



(10) **DE 11 2019 005 655 T5** 2021.09.09

(12)

## Veröffentlichung

der internationalen Anmeldung mit der  
(87) Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2020/101265**  
in der deutschen Übersetzung (Art. III § 8 Abs. 2  
IntPatÜG)

(51) Int Cl.: **G16H 50/20** (2018.01)  
**A61B 6/00** (2006.01)

(21) Deutsches Aktenzeichen: **11 2019 005 655.7**

(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/KR2019/015059**

(86) PCT-Anmeldetag: **07.11.2019**

(87) PCT-Veröffentlichungstag: **22.05.2020**

(43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung  
in deutscher Übersetzung: **09.09.2021**

(30) Unionspriorität:  
**10-2018-0140025 14.11.2018 KR**

(74) Vertreter:  
**BCKIP Braun Ko Patentanwälte Partnerschaft  
mbB, 80803 München, DE**

(71) Anmelder:  
**The Asan Foundation, Seoul/Soul, KR; University  
Of Ulsan Foundation For Industry Cooperation,  
Ulsan, KR**

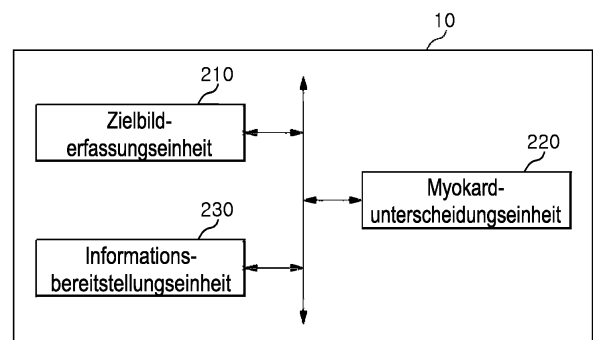
(72) Erfinder:  
**Yang, Dong Hyun, Seoul, KR; Lee, June Goo,  
Seoul, KR; Kim, Young-Hak, Seoul, KR**

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.**

(54) Bezeichnung: **Myokardbildanalyseverfahren und -vorrichtung**

(57) Zusammenfassung: Ein Myokardbildanalyseverfahren, umfassend: ein Erfassen eines Zielbildes mit vor-Kontrast-verstärktem Myokard; basierend auf einem Typ von Koronararterie, die mit dem Myokard in Beziehung steht; ein Aufteilen des in dem Zielbild enthaltenen Myokards, unter Verwendung eines künstlichen neuronalen Netzwerks; und Bereitstellen von Informationen über das unterschiedene Myokard, wobei das künstliche neuronale Netzwerk auf der Grundlage einer Lerndatenbank angelernt wird, die durch Abgleichen von Bildern zum Lernen von vor-Kontrast-verstärkter Koronararterie und Myokard und von vor-erfassten Bildern zum Lernen von nach-Kontrast-verstärkter Koronararterie und Myokard erzeugt wird.



**Beschreibung**

(Patentdokument)

## Hintergrund der Offenbarung

**[0006]** KR 10-1865275 (registriert am 31. Mai 2018)

## Bereich der Offenbarung

## Zusammenfassung

**[0001]** Die vorliegende Offenbarung betrifft eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Analyse eines Myokardbildes unter Verwendung eines künstlichen neuronalen Netzwerks.

**[0007]** Ein Problem, das durch die vorliegende Offenbarung gelöst werden soll, ist die Bereitstellung einer Vorrichtung und eines Verfahrens zur Analyse eines Myokardbereichs in Bezug auf einen Typ von Koronararterie in einem Myokardbild, indem ein künstliches neuronales Netzwerk verwendet wird.

## Stand der Technik

**[0002]** Eine Koronararterie ist eine Arterie, die das Herz umgibt und das Myokard, den Muskel des Herzens, mit Sauerstoff und Nährstoffen versorgt. Das Herz erfüllt eine Funktion, indem es das Myokard kontinuierlich mit Sauerstoff und Nährstoffen aus der Koronararterie versorgt. Wenn eine Krankheit in der Koronararterie auftritt und das Myokard nicht mit Sauerstoff und Nährstoffen versorgt wird, kann eine Person aufgrund eines Auftretens einer kardiovaskulären Krankheit wie einem Myokardinfarkt sterben.

**[0008]** Das durch die vorliegende Offenbarung zu lösende Problem ist jedoch nicht auf das oben genannte Problem beschränkt, und wird nicht erwähnt, sondern umfasst einen Gegenstand, der für den Fachmann, an den sich die vorliegende Offenbarung richtet, aus der folgenden Beschreibung klar verständlich ist.

**[0003]** Die Koronararterie ist in einer Form angeordnet, die das Herz wie eine Krone umgibt. Dementsprechend können die Koronararterien in detaillierte Typen klassifiziert werden, basierend auf der Lage der Koronararterie am Herzen. Zum Beispiel kann der Typ von Koronararterie eine linke Koronararterie (LCA), eine linke Hauptkoronararterie (LMCA), eine linke anteriore absteigende Koronararterie (LAD), eine proximale linke anteriore absteigende Arterie, eine mittlere linke anteriore absteigende Arterie, eine distale linke anteriore absteigende Arterie, eine rechte Koronararterie (RCA), eine proximale rechte Koronararterie, eine mittlere rechte Koronararterie, eine distale rechte Koronararterie und eine posteriore absteigende Arterie (PDA) umfassen.

**[0009]** Gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung ist ein Myokardbildanalyseverfahren bereitgestellt, umfassend: Erfassen eines Zielbildes mit vor-Kontrast-verstärktem Myokard; basierend auf einem Typ von Koronararterie, die mit dem Myokard in Beziehung steht, Aufteilen des in dem Zielbild enthaltenen Myokards, unter Verwendung eines künstlichen neuronalen Netzwerks; und Bereitstellen von Informationen über das unterschiedene Myokard, wobei das künstliche neuronale Netzwerk auf der Grundlage einer Lerndatenbank angelernet wird, die durch Abgleichen von Bildern zum Lernen von vor-Kontrast-verstärkter Koronararterie und Myokard und von vor-erfassten Bildern zum Lernen von nach-Kontrast-verstärkter Koronararterie und Myokard erzeugt wird.

**[0004]** Somit führt die Koronararterie, durch die Form, in der die Koronararterie angeordnet ist, den Sauerstoff und die Nährstoffe dem Myokard zu, das daran angrenzend positioniert ist. Folglich kann, wenn die Krankheit an einem Teil der Koronararterie auftritt, bestimmt werden, in welchem Bereich der Koronararterie die Krankheit auftritt, und darüber hinaus kann die Behandlung präziser durchgeführt werden, indem ein Bereich des Myokards identifiziert wird, der sich auf den Bereich der Koronararterie bezieht, in dem die Krankheit auftritt, oder es kann eine kardiovaskuläre Krankheit diagnostiziert werden.

**[0010]** Weiterhin umfasst der Typ von Koronararterien: eine linke Koronararterie (LCA); eine linke Hauptkoronararterie (LMCA); eine linke anteriore absteigende Koronararterie (LAD); eine proximale linke anteriore absteigende Arterie; eine mittlere linke anteriore absteigende Arterie; eine distale linke anteriore absteigende Arterie; eine rechte Koronararterie (RCA); eine proximale rechte Koronararterie; eine mittlere rechte Koronararterie; eine distale rechte Koronararterie und eine hintere absteigende Arterie (PDA).

**[0005]** Allerdings besteht, trotz eines Effekts auf die Einteilung des Bereichs des Myokards, das Problem, dass eine Genauigkeit oder Objektivität etwas gering ist, da eine Unterscheidung des Bereichs des Myokards, der sich auf jede Koronararterie bezieht, bisher von der Erfahrung eines Arztes oder eines Analytikers abhängen sollte.

**[0011]** Weiterhin beinhaltet der Schritt des Aufteilens des Myokards ein Aufteilen des Myokards entsprechend dem Typ von Koronararterie, die an das Myokard angrenzt und einen Einfluss auf das Myokard ausübt.

**[0012]** Weiterhin enthält die Lerndatenbank Informationen über wenigstens eines der folgenden Merkmale: eine Größe; einen Ort; eine Form und eine Länge eines Bereichs des Myokards, der mit jedem Typ der

Koronararterie in Beziehung steht, wobei das künstliche neuronale Netzwerk ein vollständig konvolutionsartiges Netzwerk (FCN) umfasst, und wobei der Bereich des Myokards umfasst: einen Myokardbereich, der mit der linken Koronararterie verbunden ist; einen Myokardbereich, der mit der linken Hauptkoronararterie verbunden ist; einen Myokardbereich, der mit der linken anterioren absteigenden Koronararterie verbunden ist; einen Myokardbereich, der mit der proximalen linken anterioren absteigenden Arterie verbunden ist; einen Myokardbereich, der mit der mittleren linken anterioren absteigenden Arterie verbunden ist; einen Myokardbereich, der mit der distalen linken anterioren absteigenden Arterie verbunden ist; einen Myokardbereich, der mit der rechten Koronararterie verbunden ist; einen Myokardbereich, der mit der proximalen rechten Koronararterie verbunden ist; einen Myokardbereich, der mit der mittleren rechten Koronararterie verbunden ist; einen Myokardbereich, der mit der distalen rechten Koronararterie verbunden ist; und einen Myokardbereich, der mit der posterioren absteigenden Arterie verbunden ist.

**[0013]** Weiterhin sind die Bilder zum Lernen der vor-Kontrast-verstärkten Koronararterie und des Myokards und die Bilder zum Lernen der nach-Kontrast-verstärkten Koronararterie und des Myokards Bilder auf demselben Ziel.

**[0014]** Weiterhin kann das Zielbild ein Computertomographie (CT)-Bild sein.

**[0015]** Gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung ist eine Myokardbildanalysevorrichtung bereitgestellt, die Folgendes umfasst: eine Zielbilderfassungseinheit, die ein Zielbild erfasst, das ein vor-Kontrast-verstärktes Myokard enthält; basierend auf einem Typ von Koronararterie, die mit dem Myokard in Beziehung steht, eine Myokardunterscheidungseinheit, die das in dem Zielbild enthaltene Myokard unter Verwendung eines künstlichen neuronalen Netzwerks aufteilt; und Bereitstellen von Informationen über das unterschiedene Myokard, wobei das künstliche neuronale Netzwerk auf der Grundlage einer Lerndatenbank angelernt wird, die durch Abgleichen von Bildern zum Lernen von vor-Kontrast-verstärkter Koronararterie und Myokard und von Bildern zum Lernen von nach-Kontrast-verstärkter Koronararterie und Myokards erzeugt ist.

**[0016]** Weiterhin umfasst der Typ von Koronararterien: eine linke Koronararterie (LCA); eine linke Hauptkoronararterie (LMCA); eine linke anteriore absteigende Koronararterie (LAD); eine proximale linke anteriore absteigende Arterie; eine mittlere linke anteriore absteigende Arterie; eine distale linke anteriore absteigende Arterie; eine rechte Koronararterie (RCA); eine proximale rechte Koronararterie; eine mittlere rechte Koronararterie; eine distale rechte

Koronararterie und eine hintere absteigende Arterie (PDA).

**[0017]** Die Myokardunterscheidungseinheit unterteilt das Myokard entsprechend dem Typ von Koronararterie, die an das Myokard angrenzt und einen Einfluss auf das Myokard ausübt.

**[0018]** Weiterhin kann die Lerndatenbank Informationen über wenigstens eines der folgenden Merkmale umfassen: eine Größe; einen Ort; eine Form und eine Länge eines Bereichs des Myokards, die für jeden Typ von Koronararterie in Beziehung stehen, wobei das künstliche neuronale Netzwerk (FCN) umfasst, und wobei der unterschiedene Bereich des Myokards umfasst: einen Myokardbereich, der mit der linken Koronararterie verbunden ist; einen Myokardbereich, der mit der linken Hauptkoronararterie verbunden ist; einen Myokardbereich, der mit der linken anterioren absteigenden Koronararterie verbunden ist; einen Myokardbereich, der mit der proximalen linken anterioren absteigenden Arterie verbunden ist; einen Myokardbereich, der mit der mittleren linken anterioren absteigenden Arterie verbunden ist; einen Myokardbereich, der mit der distalen linken anterioren absteigenden Arterie verbunden ist; einen Myokardbereich, der mit der rechten Koronararterie verbunden ist; einen Myokardbereich, der mit der proximalen rechten Koronararterie verbunden ist; einen Myokardbereich, der mit der mittleren rechten Koronararterie verbunden ist; einen Myokardbereich, der mit der distalen rechten Koronararterie verbunden ist; und einen Myokardbereich, der mit der posterioren absteigenden Arterie verbunden ist.

**[0019]** Weiterhin sind die die Bilder zum Lernen der vor-Kontrast-verstärkten Koronararterie und des Myokards und die Bilder zum Lernen der nach-Kontrast-verstärkten Koronararterie und des Myokards Bilder für dasselbe Ziel.

**[0020]** Weiterhin kann das Zielbild ein Computertomographie (CT)-Bild sein.

**[0021]** Gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung ist ein computerlesbares Aufzeichnungsmedium bereitgestellt, das ein Computerprogramm speichert, umfassend: Erfassen eines Zielbildes mit vor-Kontrast-verstärktem Myokard; basierend auf einem Typ von Koronararterie, die mit dem Myokard in Beziehung steht, Aufteilen des in dem Zielbild enthaltenen Myokards, unter Verwendung eines künstlichen neuronalen Netzwerks; und Bereitstellen von Informationen über das unterschiedene Myokard, wobei das künstliche neuronale Netzwerk einen Befehl enthält, um einem Prozessor zu ermöglichen, ein Myokardbildanalyseverfahren durchzuführen, bei dem ein Lernen durchgeführt wird basierend auf einer Lerndatenbank, die durch Abgleichen

von Bildern zum Lernen von vor-Kontrast-verstärkter Koronararterie und Myokard und von Bildern zum Lernen von nach-Kontrast-verstärkter Koronararterie und Myokard erzeugt ist.

**[0022]** Eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Analyse eines Myokards gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung kann Informationen über das Myokard bereitstellen, die Genauigkeit, Zuverlässigkeit und Objektivität aufweisen, indem ein Bereich des Myokards in einem Myokardbild von Bereichen unterschieden wird, die für jede Koronararterie in Beziehung stehen, indem ein künstliches neuronales Netzwerk verwendet wird.

**[0023]** Dabei sind die Effekte, die in der vorliegenden Offenbarung erzielt werden können, nicht auf die oben genannten Effekte beschränkt, wobei andere, nicht erwähnte Effekte vom Fachmann, an den sich die vorliegende Offenbarung richtet, aus der folgenden Beschreibung klar verstanden werden.

#### Figurenliste

**Fig. 1** veranschaulicht konzeptionell ein Myokardbildanalyseverfahren unter Verwendung eines künstlichen neuronalen Netzwerks gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung.

**Fig. 2** veranschaulicht ein Beispiel für eine funktionelle Konfiguration einer Myokardbildanalysevorrichtung gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung.

**Fig. 3** veranschaulicht einen Ablauf jedes Schrittes des Myokardbildanalyseverfahrens unter Verwendung eines künstlichen neuronalen Netzwerks gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung.

**Fig. 4** veranschaulicht ein Beispiel eines Ausgangsbildes der Myokardbildanalysevorrichtung gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung.

#### Beschreibung von beispielhaften Ausführungsformen

**[0024]** Die Vorteile und Merkmale der vorliegenden Offenbarung und die Verfahren zu ihrer Verwirklichung sind aus der folgenden Beschreibung in Verbindung mit den beigefügten Zeichnungen klar ersichtlich. Die Ausführungsformen sind jedoch nicht auf die beschriebenen Ausführungsformen beschränkt, da die Ausführungsformen in verschiedenen Formen realisiert werden können. Es sollte beachtet werden, dass die vorliegenden Ausführungsformen bereitgestellt sind, um eine vollständige Offenbarung zu geben und auch, um dem Fachmann zu ermöglichen, die volle Bandbreite der Ausführungsformen vermittelt zu bekommen. Daher sind die Aus-

führungsformen nur durch den Umfang der beigefügten Ansprüche zu definieren.

**[0025]** Wenn bei der Beschreibung der Ausführungsformen der vorliegenden Offenbarung festgestellt wird, dass eine detaillierte Beschreibung zugehöriger bekannter Komponenten oder Funktionen das Wesentliche der vorliegenden Offenbarung unnötig verdeckt, dann ist die detaillierte Beschreibung davon weggelassen. Weiterhin sind die im Folgenden zu beschreibenden Begriffe unter Berücksichtigung der Funktionen der Ausführungsformen der vorliegenden Offenbarung definiert und können je nach Absicht oder Praxis eines Benutzers oder Bedieners variieren. Dementsprechend kann die Definition davon auf der Grundlage des Inhalts der gesamten Spezifikation erfolgen.

**[0026]** Die vorliegende Offenbarung kann modifiziert werden und verschiedene Ausführungsformen umfassen. Spezifische Ausführungsformen sind beispielhaft in den Zeichnungen dargestellt und in der detaillierten Beschreibung der Ausführungsformen beschrieben. Es sollte jedoch verstanden werden, dass sie nicht dazu gedacht sind, die vorliegende Offenbarung auf bestimmte Ausführungsformen zu beschränken, sondern vielmehr alle Modifikationen, Äquivalente und Alternativen abdecken sollen, die im Grundgedanken und Umfang der vorliegenden Offenbarung enthalten sind.

**[0027]** Die hier verwendeten Begriffe, einschließlich Ordnungszahlen wie „erster“ und „zweiter“, können zur Beschreibung und nicht zur Einschränkung verschiedener Komponenten verwendet werden. Die Begriffe unterscheiden die Komponenten lediglich voneinander.

**[0028]** Wenn aufgeführt ist, dass eine Komponente mit einer anderen Komponente „verbunden“ oder „verknüpft“ ist, dann ist es so zu verstehen, dass die erstgenannte Komponente direkt mit der letztgenannten Komponente verbunden oder verknüpft sein kann oder dass eine dritte Komponente zwischen den beiden Komponenten eingefügt sein kann.

**[0029]** **Fig. 1** veranschaulicht konzeptionell ein Myokardbildanalyseverfahren unter Verwendung eines künstlichen neuronalen Netzes gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung.

**[0030]** Bezugnehmend auf **Fig. 1** kann ein Eingangsbild **101** ein Bild (im Folgenden als „Myokardbild“ bezeichnet) eines Herzbereichs sein, der Myokard enthält. Genauer gesagt, kann das Eingangsbild **101** ein vor-Kontrast-verstärktes Myokardbild enthalten. Das vor-Kontrast-verstärkte Myokardbild kann ein Bild sein, in dem ein Unterscheiden jedes im Bild enthaltenen Organs nicht eindeutig ist.

**[0031]** Der Bereich des Myokards, der im Eingangsbild **101** enthalten ist, kann durch ein künstliches neuronales Netzwerk **102** identifiziert werden. Wie in **Fig. 1** dargestellt, kann der identifizierte Myokardbereich beispielsweise hervorgehoben werden, um ihn von anderen Teilen zu unterscheiden, und kann als Ausgangsbild **103** bereitgestellt werden.

**[0032]** Hervorgehobene Teile **111**, **112** und **113** des in **Fig. 1** dargestellten Ausgangsbildes **103** können rundes, bandförmiges Myokard sein, wobei der Myokardbereich des Ausgangsbildes **103** von Bereichen für andere Organe unterschieden und angezeigt werden kann. Gleichzeitig kann der Myokardbereich im Detail nach dem Typ der zugehörigen Koronararterie unterteilt werden. Folglich kann der Myokardbereich des Ausgangsbildes **103** in einen ersten Myokardbereich **111**, einen zweiten Myokardbereich **112** und einen dritten Myokardbereich **113** unterteilt werden. Dabei kann jeder Myokardbereich ein Bereich sein, der von verschiedenen Koronararterien mit Sauerstoff und Nährstoffen versorgt wird.

**[0033]** Währenddessen können die Koronararterien klassifiziert werden in eine linke Koronararterie (LCA), eine linke Hauptkoronararterie (LMCA), eine linke anteriore absteigende Koronararterie (LAD), eine proximale linke anteriore absteigende Arterie, eine mittlere linke anteriore absteigende Arterie, eine distale linke anteriore absteigende Arterie, eine rechte Koronararterie (RCA), eine proximale rechte Koronararterie, eine mittlere rechte Koronararterie, eine distale rechte Koronararterie und eine posteriore absteigende Arterie (PDA). Das heißt, der Typ von Koronararterien kann wie oben beschrieben nach dem Ort der Koronararterie klassifiziert werden. Eine Myokardbildanalysevorrichtung gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung, die im Folgenden beschrieben ist, kann das im Myokardbild enthaltene Myokard entsprechend dem Typ von Koronararterie für einen zugehörigen Bereich klassifizieren.

**[0034]** **Fig. 2** veranschaulicht ein Beispiel für eine funktionelle Konfiguration einer Myokardbildanalysevorrichtung gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung.

**[0035]** Bezugnehmend auf **Fig. 2** kann eine Myokardbildanalysevorrichtung **10** eine Zielbilderfassungseinheit **210**, eine Myokardunterscheidungseinheit **220** und eine Informationsbereitstellungseinheit **230** umfassen.

**[0036]** Die Zielbilderfassungseinheit **210** kann ein Zielbild für vor-Kontrast-verstärktes Myokard erfassen. Das Zielbild kann ein medizinisches Bild umfassen. Das Zielbild kann zum Beispiel ein Computertomographie (CT)-Bild umfassen, ist aber nicht darauf beschränkt.

**[0037]** In einigen Fällen kann das Zielbild selbstverständlich auch andere Organe als das Myokard umfassen. Da es sich bei dem Zielbild jedoch um ein Bild vor der Verabreichung eines Kontrastmittels handelt, kann das Zielbild ein Bild in einem mehrdeutigen Zustand sein, in dem die Grenzen jedes Organs nicht eindeutig erkennbar sind.

**[0038]** Die Myokardunterscheidungseinheit **220** kann die im Zielbild enthaltene Koronararterie unter Verwendung des künstlichen neuronalen Netzwerks **102** identifizieren. Hier führt das künstliche neuronale Netzwerk **102** ein Lernen auf der Grundlage einer Lerndatenbank durch, die durch ein Abgleichen der zuvor aufgenommenen Bilder der vor-Kontrast-verstärkten Koronararterie und des Myokards und der zuvor aufgenommenen Bilder der nach-Kontrast-verstärkten Koronararterie und des Myokards erzeugt wird. Die Lerndatenbank kann Informationen über wenigstens eine Größe, einen Ort, eine Form und eine Länge eines Bereichs des Myokards enthalten, die für jeden Typ von Koronararterie in Beziehung stehen.

**[0039]** Die vorerfassten Bilder der vor-Kontrast-verstärkten Koronararterie und des Myokards und die vorerfassten Bilder der nach-Kontrast-verstärkten Koronararterie und des Myokards als ein Bild desselben Ziels, d.h. desselben Patienten, können eine große Menge an Daten sein, die im Voraus gespeichert werden.

**[0040]** Dabei kann es eine Mehrzahl von Bildern vor und nach der Kontrastverstärkung geben, die zum Lernen des künstlichen neuronalen Netzes **102** verwendet werden, wobei die abgeglichenen Bilder vor und nach der Kontrastverstärkung Bilder desselben Ziels sein können. Der Abgleich der Bilder desselben Ziels ist für den Fachmann einfach, so dass eine detailliertere Beschreibung diesbezüglich entfallen kann.

**[0041]** Dabei kann das Kontrastmittel dem Patienten verabreicht werden, wobei ein medizinisches Bild nach der Kontrastverstärkung darauf basierend erfasst werden kann, und wobei jedes Organ in dem medizinischen Bild nach der Kontrastverstärkung deutlicher unterscheidbar ist. Das oben beschriebene künstliche neuronale Netzwerk **102** kann ein Algorithmus sein, der angelernt ist, um jedes Organ, das in dem Bild vor der Kontrastverstärkung enthalten ist, bei Empfang des Bildes vor der Kontrastverstärkung als ein Eingangsbild, später unter Verwendung des medizinischen Bildes nach der Kontrastverstärkung genau zu unterscheiden.

**[0042]** Der Bereich des Myokards kann entsprechend dem Typ von Koronararterie in dem medizinischen Bild nach der Kontrastverstärkung unterschieden werden, das zum Lernen des künstlichen neuro-

nen Netzes **102** verwendet wird. Als Ergebnis kann das künstliche neuronale Netz **102** zusätzlich zur Unterscheidung des Myokardbereichs im Myokardbild angelernet werden, den entsprechenden Myokardbereich gemäß dem Typ von Koronararterie detaillierter zu unterscheiden.

**[0043]** Das künstliche neuronale Netzwerk **102** kann ein vollständig konvolutionales Netzwerk (FCN) enthalten. Das künstliche neuronale Netzwerk **102** ist jedoch nicht darauf beschränkt und kann verschiedene maschinelle Lernalgorithmen (oder einen tiefgehenden Lernalgorithmus oder einen Algorithmus der künstlichen Intelligenz) enthalten, die mit der Bildidentifikation zusammenhängen.

**[0044]** Die Myokardunterscheidungseinheit **220** kann das Myokard im Zielbild unter Verwendung des künstlichen neuronalen Netzwerks **102** unterscheiden und den zugehörigen Bereich des unterschiedenen Myokards im Detail basierend auf dem Typ von Koronararterie klassifizieren.

**[0045]** Im Detail kann die Myokardunterscheidungseinheit **220** den Bereich des Myokards gemäß dem Typ von Koronararterie unterscheiden, die angrenzend zum Myokard positioniert ist und einen Einfluss auf das Myokard ausübt. Die Unterscheidung kann auf der Grundlage von Informationen über wenigstens eine der folgenden Informationen durchgeführt werden: Größe, Lage, Form und Länge eines Bereichs des Myokards, der für jeden Typ von Koronararterie in Beziehung steht.

**[0046]** Der unterschiedene Bereich des Myokards kann beispielsweise enthalten: einen Myokardbereich, der mit der linken Koronararterie verbunden ist; einen Myokardbereich, der mit der linken Hauptkoronararterie verbunden ist; einen Myokardbereich, der mit der linken anterioren absteigenden Koronararterie verbunden ist; einen Myokardbereich, der mit der proximalen linken anterioren absteigenden Arterie verbunden ist; einen Myokardbereich, der mit der mittleren linken anterioren absteigenden Arterie verbunden ist; einen Myokardbereich, der mit der distalen linken anterioren absteigenden Arterie verbunden ist; einen Myokardbereich, der mit der rechten Koronararterie verbunden ist; einen Myokardbereich, der mit der proximalen rechten Koronararterie verbunden ist; einen Myokardbereich, der mit der mittleren rechten Koronararterie verbunden ist; einen Myokardbereich, der mit der distalen rechten Koronararterie verbunden ist; und einen Myokardbereich, der mit der posterioren absteigenden Arterie verbunden ist.

**[0047]** Die Informationsbereitstellungseinheit **230** kann Informationen über das unterschiedene Myokard bereitstellen. Die Informationsbereitstellungseinheit **230** kann Informationen über das von der Myokardunterscheidungseinheit **220** unterschiedene

Myokard bereitstellen. Die Informationsbereitstellungseinheit **230** kann die Informationen über das unterschiedene Myokard durch verschiedene Verfahren bereitstellen. Die Informationsbereitstellungseinheit **230** kann die Informationen über das Myokard bereitstellen, indem sie zulässt, dass der Bereich des Myokards, der durch verschiedene Verfahren, einschließlich einer Farbe, eines Musters, eines Effekts usw., unterschieden wurde, im Ausgangsbild **103** angezeigt wird.

**[0048]** Die Informationsbereitstellungseinheit **230** kann die Informationen als das Ausgangsbild **103** bereitstellen, indem sie die Informationen über das unterschiedene Myokard anzeigt, das in dem Zielbild über das Myokard, das als das Eingangsbild **101** erfasst wurde, angezeigt werden soll. Genauer gesagt kann die Informationsbereitstellungseinheit **230** die Informationen als das Ausgangsbild **103** bereitstellen, indem sie das Myokard anzeigt, das von anderen Organen im Eingangsbild **101** zu unterscheiden ist, und indem sie ermöglicht, dass der zugehörige Myokardbereich für jeden Typ von Koronararterie angezeigt wird.

**[0049]** In einigen Fällen kann die Informationsbereitstellungseinheit **230** ein Ausgangsbild **103** erzeugen und bereitstellen, in dem der zugehörige Myokardbereich für jeden Typ von Koronararterie auf der Grundlage des Eingangsbildes **101** angezeigt wird.

**[0050]** **Fig. 3** zeigt den Ablauf der einzelnen Schritte des Myokardbildanalyseverfahrens unter Verwendung eines künstlichen neuronalen Netzwerks gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung. Nachfolgend wird in **Fig. 3** das Myokardbildanalyseverfahren anhand der einzelnen Komponenten der Myokardbildanalysevorrichtung **10** von **Fig. 2** beschrieben. Darüber hinaus kann jeder Schritt des in **Fig. 3** dargestellten Verfahrens natürlich in einigen Fällen in einer anderen als der in der Figur dargestellten Reihenfolge ausgeführt werden.

**[0051]** Unter Bezugnahme auf **Fig. 3** kann die Zielbilderfassungseinheit **210** ein Zielbild für das vor-Kontrast-verstärkte Myokard erfassen (S110). Genauer gesagt, kann die Zielbilderfassungseinheit **210** als Zielbild ein medizinisches Bild erfassen, das die Koronararterie und das Myokard eines Patienten enthält, dem kein Kontrastmittel verabreicht ist. Das medizinische Bild kann verschiedene Arten von Bildern umfassen, die medizinisch verwendet werden, und kann beispielsweise ein Computertomographie (CT) -Bild beinhalten.

**[0052]** Unterdessen kann das von der Zielbilderfassungseinheit **210** als medizinisches Bild vor der Kontrastverstärkung erfasste Zielbild im Allgemeinen ein Bild sein, in dem eine Unterscheidung zwischen der Koronararterie und anderen Organen uneindeutig ist.

**[0053]** Die Myokardunterscheidungseinheit **220** kann das Myokard unter Verwendung des künstlichen neuronalen Netzwerks **102** unterscheiden (S120). Die Myokardunterscheidungseinheit **220** kann das Myokard im Zielbild unter Verwendung des künstlichen neuronalen Netzwerks **102** identifizieren und darüber hinaus den im Zielbild enthaltenen Bereich des Myokards entsprechend dem Typ von Koronararterie unterscheiden. Der unterschiedene Bereich des Myokards kann beispielsweise enthalten: einen Myokardbereich, der mit der linken Koronararterie verbunden ist; einen Myokardbereich, der mit der linken Hauptkoronararterie verbunden ist; einen Myokardbereich, der mit der linken anterioren absteigenden Koronararterie verbunden ist; einen Myokardbereich, der mit der proximalen linken anterioren absteigenden Arterie verbunden ist; einen Myokardbereich, der mit der mittleren linken anterioren absteigenden Arterie verbunden ist; einen Myokardbereich, der mit der distalen linken anterioren absteigenden Arterie verbunden ist; einen Myokardbereich, der mit der rechten Koronararterie verbunden ist; einen Myokardbereich, der mit der proximalen rechten Koronararterie verbunden ist; einen Myokardbereich, der mit der mittleren rechten Koronararterie verbunden ist; einen Myokardbereich, der mit der distalen rechten Koronararterie verbunden ist; und einen Myokardbereich, der mit der posterioren absteigenden Arterie verbunden ist.

**[0054]** Das künstliche neuronale Netzwerk **102** kann ein Algorithmus sein, der unter Verwendung einer Lerndatenbank erlernt wird, die durch Abgleich der Bilder der vor-Kontrast-verstärkten Koronararterie und des Myokards und der Bilder der nach-Kontrast-verstärkten Koronararterie und des Myokards gewonnen wird.

**[0055]** Dabei kann die Lerndatenbank Informationen über wenigstens eine Größe, eine Lage, eine Form und eine Länge eines Bereichs des Myokards enthalten, die für jeden Typ von Koronararterie in Beziehung stehen. Die Bilder vor und nach der Kontrastverstärkung, die für den Abgleich verwendet werden, können Bilder für dasselbe Ziel, d. h. denselben Patienten, sein. Die Myokardunterscheidungseinheit **220** kann das Myokard im Zielbild im Detail basierend auf dem Typ von Koronararterie unter Verwendung des künstlichen neuronalen Netzwerks **102** identifizieren.

**[0056]** Die Informationsbereitstellungseinheit **230** kann Informationen über das unterschiedene Myokard (S130) bereitstellen. Genauer gesagt kann die Informationsbereitstellungseinheit **230** den Bereich des Myokards anzeigen, der im Zielbild deutlich gemacht werden soll, und den Bereich des Myokards hinsichtlich zugehöriger Teile für jeden Typ von Koronararterie klassifizieren und Informationen dazu bereitstellen.

**[0057]** Fig. 4 zeigt ein Beispiel eines Ausgangsbildes der Myokardbildanalysevorrichtung gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung. Die Myokardbildanalysevorrichtung **10** kann eine Analyse durchführen, indem sie ein Bild vom Myokard, d.h. ein Myokardbild, empfängt.

**[0058]** Unter Bezugnahme auf Fig. 4 kann die Myokardbildanalysevorrichtung **10** ein Ausgangsbild bereitstellen, in dem das Myokard so dargestellt ist, dass es in dem Myokardbild auf der Grundlage des künstlichen neuronalen Netzwerks **102** deutlich erkennbar ist.

**[0059]** Fig. 4 zeigt drei Beispiele eines Ausgangsbildes, wobei zu sehen ist, dass ein Myokardteil in jedem Ausgangsbild hervorgehoben und deutlich gemacht ist. Wie es dargestellt ist, kann im Myokardbereich ein entsprechender Teil je nach Art der zugehörigen Koronararterie im Ausgangsbild anders als andere Teile angezeigt sein. Zum Beispiel können Informationen über den Myokardbereich, der durch verschiedene Verfahren hervorgehoben wird, wie z. B. unterschiedliche Darstellung der Farbe des entsprechenden Teils, unterschiedliche Darstellung des Musters, Eingeben und Anzeigen eines Textes usw., in Form des Ausgangsbildes bereitgestellt werden.

**[0060]** Da der Bereich des Myokards automatisch durch das künstliche neuronale Netzwerk **102** analysiert wird, kann die Myokardbildanalysevorrichtung **10** gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung objektive und genaue Informationen bereitstellen, ohne dass eine Person eingreifen muss, d.h. ohne von einem subjektiven Urteil eines Arztes oder eines Analytikers abhängig zu sein.

**[0061]** Weiterhin, da die Myokardbildanalysevorrichtung **10** gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung einen Teil vom Myokard identifizieren und detaillierte und genaue Informationen über das Myokard bereitstellen kann, kann die Myokardbildanalysevorrichtung **10** in Bezug auf ein vor-Kontrast-verstärktes Herzbild, in dem das Myokard uneindeutig dargestellt wird, die Informationen über das Myokard ohne Kontrastverstärkung erfassen, wodurch eine unnötige Kontrastverstärkung minimiert wird.

**[0062]** Die Kombinationen der jeweiligen Blöcke eines Blockdiagramms und die Kombinationen der jeweiligen Sequenzen eines hier beigefügten Flussdiagramms sind durch Computerprogrammweisungen ausführbar. Da die Computerprogrammweisungen vom Prozessor eines Allzweckcomputers, eines Spezialcomputers oder eines anderen programmierbaren Datenverarbeitungsgeräts ausführbar sind, erzeugen die Anweisungen, die vom Prozessor des Computers oder eines anderen programmierbaren Datenverarbeitungsgeräts ausge-

führt werden, Mittel zur Ausführung der in den jeweiligen Sequenzen des Flussdiagramms oder den jeweiligen Blöcken des Blockdiagramms beschriebenen Funktionen. Die Computerprogrammanweisungen können, um Funktionen in einer bestimmten Weise umzusetzen, in einem computerlesbaren Speichermedium oder einem computerverwendbaren Speichermedium für ein anderes programmierbares Datenverarbeitungsgerät gespeichert sein, wobei die in dem computerlesbaren Speichermedium oder dem computerverwendbaren Speichermedium gespeicherten Anweisungen Fertigungselemente erzeugen können, die Mittel für Anweisungen enthalten, um die in den jeweiligen Sequenzen des Flussdiagramms oder den jeweiligen Blöcken des Blockdiagramms beschriebenen Funktionen auszuführen. Die Computerprogrammanweisungen können in einen Computer oder ein anderes programmierbares Datenverarbeitungsgerät geladen werden, und daher können die Anweisungen, die eine Reihe von Sequenzen sind, die in einem Computer oder einem anderen programmierbaren Datenverarbeitungsgerät ausgeführt werden, um Prozesse zu erzeugen, die von einem Computer ausgeführt werden, um einen Computer oder ein anderes programmierbares Datenverarbeitungsgerät zu betreiben, Operationen zur Ausführung von Funktionen bereitstellen, die in den jeweiligen Sequenzen des Flussdiagramms oder den jeweiligen Blöcken des Blockdiagramms beschrieben sind.

le technischen Ideen, die unter die technische Idee der vorliegenden Erfindung fallen, vom Umfang der Ansprüche der vorliegenden Erfindung umfasst sein sollen.

**[0063]** Darüber hinaus können sich der jeweilige Block oder die jeweiligen Sequenzen auf zwei oder mehr Module, Segmente oder Codes beziehen, die wenigstens eine ausführbare Anweisung zum Ausführen einer bestimmten Logikfunktion(en) enthalten. Bei einigen alternativen Ausführungsformen wird darauf hingewiesen, dass die in den Sequenzen beschriebenen Funktionen in einer anderen Reihenfolge ausgeführt werden können. Zum Beispiel können zwei aufeinanderfolgende Sequenzen gleichzeitig oder in umgekehrter Reihenfolge entsprechend der jeweiligen Funktion ausgeführt werden.

**[0064]** Die obige Beschreibung veranschaulicht die technische Idee der vorliegenden Erfindung, wobei dem Fachmann, an den die vorliegende Erfindung gerichtet ist, bewusst ist, dass verschiedene Änderungen und Modifikationen vorgenommen werden können, ohne vom Umfang der wesentlichen Merkmale der vorliegenden Erfindung abzuweichen. Daher dienen die hierin offenbarten beispielhaften Ausführungsformen nicht dazu, die technische Idee der vorliegenden Erfindung einzuschränken, sondern dazu, um die vorliegende Erfindung zu erläutern, wobei der Umfang der technischen Idee der vorliegenden Erfindung durch diese Ausführungsformen nicht eingeschränkt ist. Daher sollte der Schutzbereich der vorliegenden Erfindung so ausgelegt werden, wie er in den folgenden Ansprüchen definiert ist, wobei al-

**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**

- KR 101865275 [0006]

## Patentansprüche

1. Myokardbildanalyseverfahren, umfassend:  
Erfassen eines Zielbildes mit vor-Kontrast-verstärktem Myokard;  
basierend auf einem Typ von Koronararterie, die mit dem Myokard in Beziehung steht, Aufteilen des in dem Zielbild enthaltenen Myokards, unter Verwendung eines künstlichen neuronalen Netzwerks; und  
Bereitstellen von Informationen über das unterschiedene Myokard,  
wobei das künstliche neuronale Netzwerk auf der Grundlage einer Lerndatenbank angelern wird, die durch Abgleichen von vor-erfassten Bildern zum Lernen von vor-Kontrast-verstärkter Koronararterie und Myokard und von vor-erfassten Bildern zum Lernen von nach-Kontrast-verstärkter Koronararterie und Myokard erzeugt wird.
2. Myokardbildanalyseverfahren nach Anspruch 1, wobei der Typ von Koronararterien umfasst: eine linke Koronararterie (LCA); eine linke Hauptkoronararterie (LMCA); eine linke anteriore absteigende Koronararterie (LAD); eine proximale linke anteriore absteigende Arterie; eine mittlere linke anteriore absteigende Arterie; eine distale linke anteriore absteigende Arterie; eine rechte Koronararterie (RCA); eine proximale rechte Koronararterie; eine mittlere rechte Koronararterie; eine distale rechte Koronararterie und eine hintere absteigende Arterie (PDA).
3. Myokardbildanalyseverfahren nach Anspruch 1, wobei der Schritt des Aufteilens des Myokards ein Aufteilen des Myokards entsprechend dem Typ von Koronararterie enthält, die an das Myokard angrenzt und einen Einfluss auf das Myokard ausübt.
4. Myokardbildanalyseverfahren nach Anspruch 1, wobei die Lerndatenbank Informationen über wenigstens eines der folgenden Merkmale enthält: eine Größe; einen Ort; eine Form und eine Länge eines Bereichs des Myokards, der mit jedem Typ der Koronararterie in Beziehung steht,  
wobei das künstliche neuronale Netzwerk ein vollständig konvolutionales Netzwerk (FCN) umfasst, und  
wobei der Bereich des Myokards umfasst: einen Myokardbereich, der mit der linken Koronararterie verbunden ist; einen Myokardbereich, der mit der linken Hauptkoronararterie verbunden ist; einen Myokardbereich, der mit der linken anterioren absteigenden Koronararterie verbunden ist; einen Myokardbereich, der mit der proximalen linken anterioren absteigenden Arterie verbunden ist; einen Myokardbereich, der mit der mittleren linken anterioren absteigenden Arterie verbunden ist; einen Myokardbereich, der mit der distalen linken anterioren absteigenden Arterie verbunden ist; einen Myokardbereich, der mit der rechten Koronararterie verbunden ist; einen Myokardbereich, der mit der proximalen rechten Koronararte-

rie verbunden ist; einen Myokardbereich, der mit der mittleren rechten Koronararterie verbunden ist; einen Myokardbereich, der mit der distalen rechten Koronararterie verbunden ist; und einen Myokardbereich, der mit der posterioren absteigenden Arterie verbunden ist.

5. Myokardbildanalyseverfahren nach Anspruch 1, wobei die Bilder zum Lernen der vor-Kontrast-verstärkten Koronararterie und des Myokards und die Bilder zum Lernen der nach-Kontrast-verstärkten Koronararterie und des Myokards Bilder auf demselben Ziel sind.

6. Myokardbildanalyseverfahren nach Anspruch 1, wobei das Zielbild ein Computertomographie (CT)-Bild ist.

7. Myokardbildanalysevorrichtung, umfassend:  
eine Zielbilderfassungseinheit, die ein Zielbild erfasst, das ein vor-Kontrast-verstärktes Myokard enthält;  
basierend auf einem Typ von Koronararterie, die mit dem Myokard in Beziehung steht, eine Myokardunterscheidungseinheit, die das in dem Zielbild enthaltene Myokard unter Verwendung eines künstlichen neuronalen Netzwerks aufteilt; und  
Bereitstellen von Informationen über das unterschiedene Myokard,  
wobei das künstliche neuronale Netzwerk auf der Grundlage einer Lerndatenbank angelern wird, die durch Abgleichen von vor-erfassten Bildern zum Lernen von vor-Kontrast-verstärkter Koronararterie und Myokard und von vor-erfassten Bildern zum Lernen von nach-Kontrast-verstärkter Koronararterie und Myokards erzeugt ist.

8. Myokardbildanalysevorrichtung nach Anspruch 7, wobei der Typ von Koronararterien umfasst: eine linke Koronararterie (LCA); eine linke Hauptkoronararterie (LMCA); eine linke anteriore absteigende Koronararterie (LAD); eine proximale linke anteriore absteigende Arterie; eine mittlere linke anteriore absteigende Arterie; eine distale linke anteriore absteigende Arterie; eine rechte Koronararterie (RCA); eine proximale rechte Koronararterie; eine mittlere rechte Koronararterie; eine distale rechte Koronararterie und eine hintere absteigende Arterie (PDA).

9. Myokardbildanalysevorrichtung nach Anspruch 7, wobei die Myokardunterscheidungseinheit das Myokard entsprechend dem Typ von Koronararterie unterteilt, die an das Myokard angrenzt und einen Einfluss auf das Myokard ausübt.

10. Myokardbildanalysevorrichtung nach Anspruch 7, wobei die Lerndatenbank Informationen über wenigstens eines der folgenden Merkmale umfasst: eine Größe; einen Ort; eine Form und eine Länge eines

Bereichs des Myokards, die für jeden Typ von Koronararterie in Beziehung stehen, wobei das künstliche neuronale Netzwerk ein vollständig konvolutionales Netzwerk (FCN) umfasst, und wobei der unterschiedene Bereich des Myokards umfasst: einen Myokardbereich, der mit der linken Koronararterie verbunden ist; einen Myokardbereich, der mit der linken Hauptkoronararterie verbunden ist; einen Myokardbereich, der mit der linken anterioren absteigenden Koronararterie verbunden ist; einen Myokardbereich, der mit der proximalen linken anterioren absteigenden Arterie verbunden ist; einen Myokardbereich, der mit der mittleren linken anterioren absteigenden Arterie verbunden ist; einen Myokardbereich, der mit der distalen linken anterioren absteigenden Arterie verbunden ist; einen Myokardbereich, der mit der rechten Koronararterie verbunden ist; einen Myokardbereich, der mit der proximalen rechten Koronararterie verbunden ist; einen Myokardbereich, der mit der mittleren rechten Koronararterie verbunden ist; einen Myokardbereich, der mit der distalen rechten Koronararterie verbunden ist; und einen Myokardbereich, der mit der posterioren absteigenden Arterie verbunden ist.

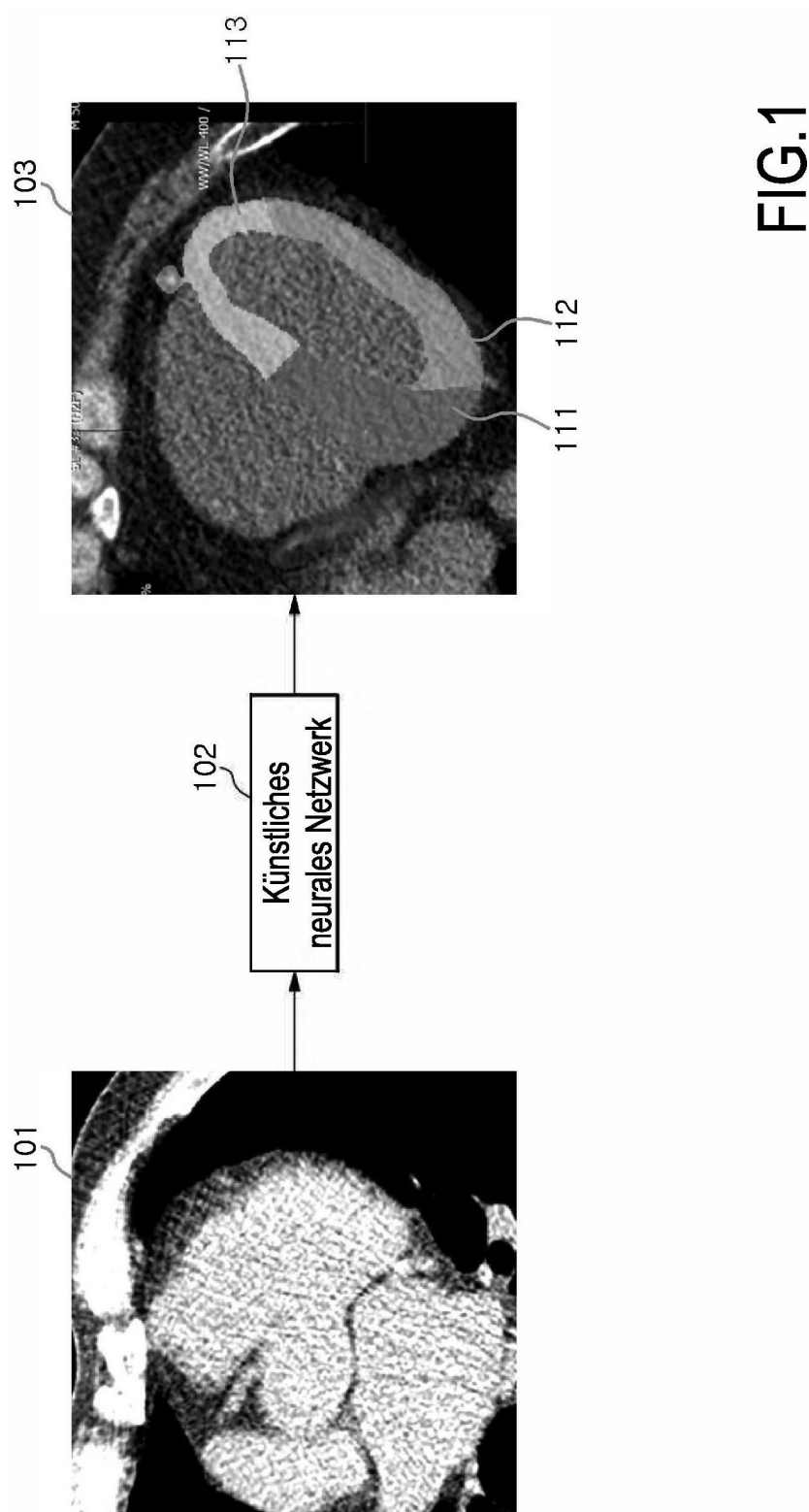
11. Myokardbildanalysevorrichtung nach Anspruch 7, wobei die Bilder zum Lernen der vor-Kontrast-verstärkten Koronararterie und des Myokards und die Bilder zum Lernen der nach-Kontrast-verstärkten Koronararterie und des Myokards Bilder für dasselbe Ziel sind.

12. Myokardbildanalysevorrichtung nach Anspruch 7, wobei das Zielbild ein Computertomographie (CT)-Bild ist.

13. Computerlesbares Aufzeichnungsmedium, das ein Computerprogramm speichert, umfassend: Erfassen eines Zielbildes mit vor-Kontrast-verstärktem Myokard; basierend auf einem Typ von Koronararterie, die mit dem Myokard in Beziehung steht, Aufteilen des in dem Zielbild enthaltenen Myokards, unter Verwendung eines künstlichen neuronalen Netzwerks; und Bereitstellen von Informationen über das unterschiedene Myokard, wobei das künstliche neuronale Netzwerk einen Befehl enthält, um einem Prozessor zu ermöglichen, ein Myokardbildanalyseverfahren durchzuführen, bei dem ein Lernen durchgeführt wird basierend auf einer Lerndatenbank, die durch Abgleichen von vor-erfassten Bildern zum Lernen von vor-Kontrast-verstärkter Koronararterie und Myokard und von vor-erfassten Bildern zum Lernen von nach-Kontrast-verstärkter Koronararterie und Myokard erzeugt ist.

Es folgen 4 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen



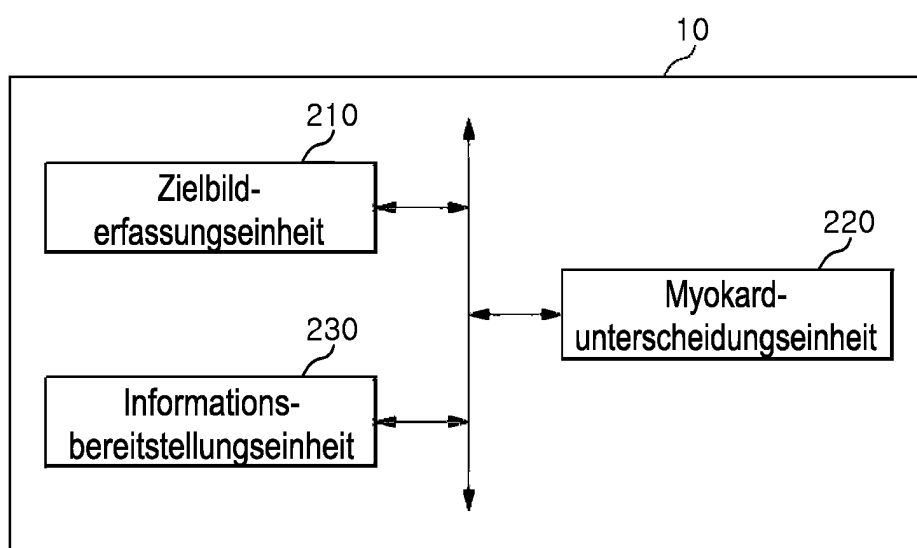


FIG.2

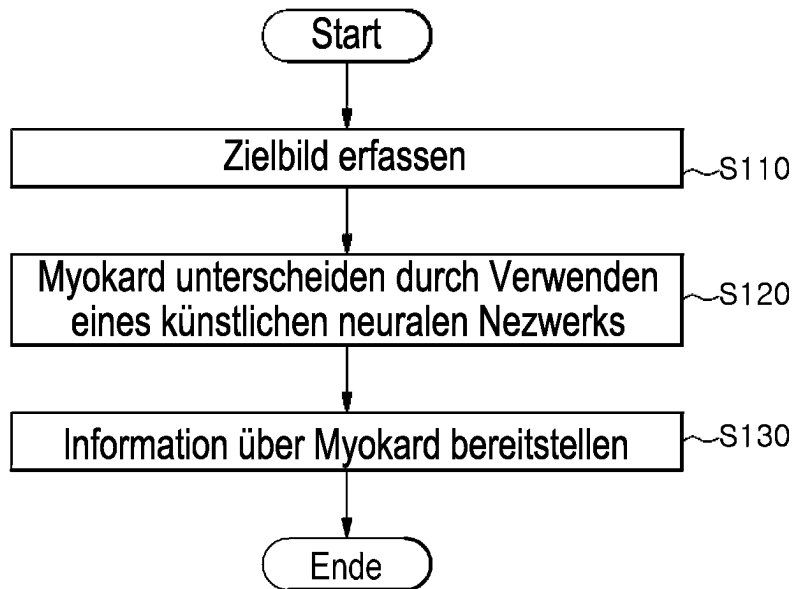


FIG.3

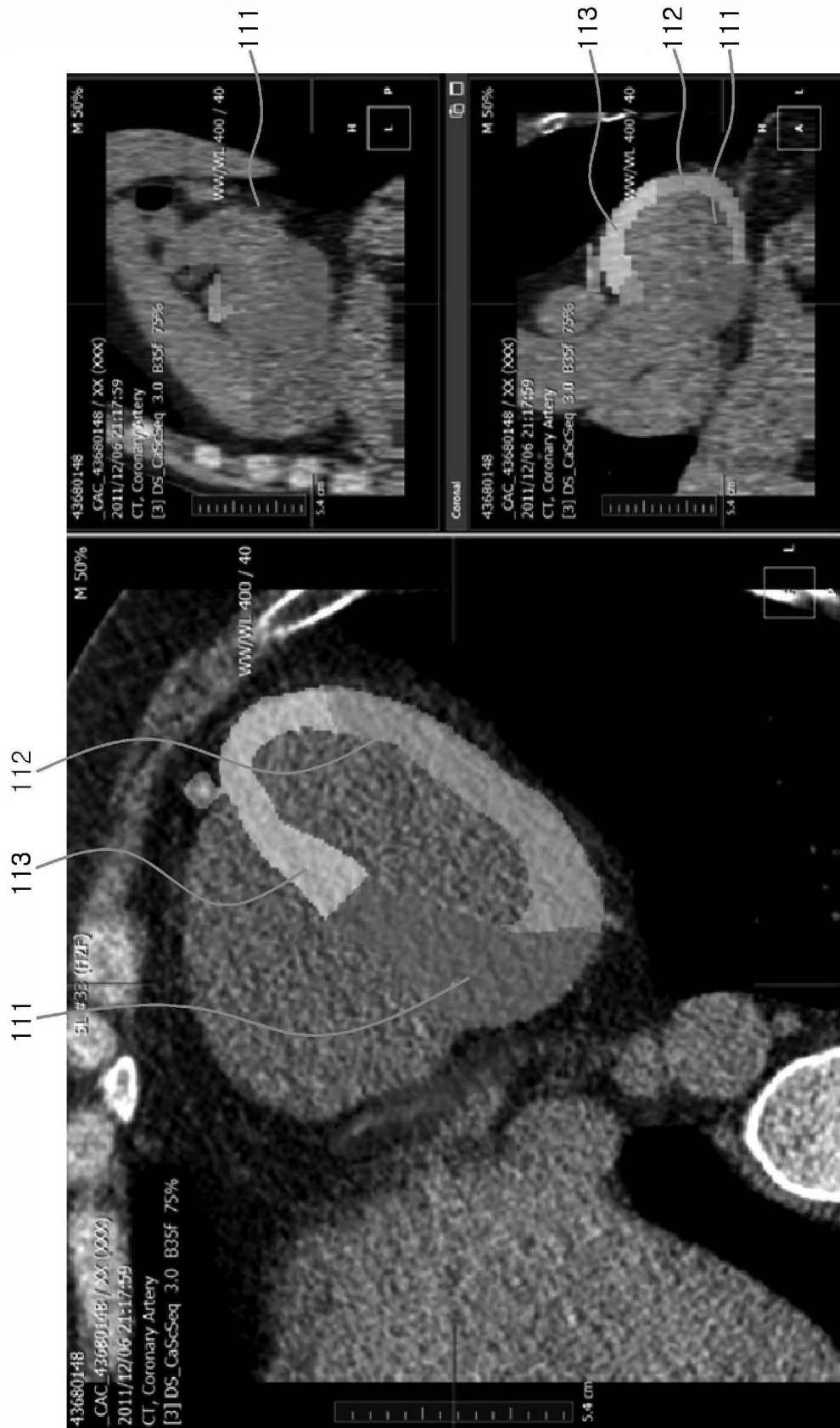


FIG.4