



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2020-0056105
(43) 공개일자 2020년05월22일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G16H 50/30 (2018.01) A61B 6/00 (2006.01)
G16H 50/20 (2018.01)
(52) CPC특허분류
G16H 50/30 (2018.01)
A61B 6/48 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2018-0140024
(22) 출원일자 2018년11월14일
심사청구일자 2018년11월14일

(71) 출원인
울산대학교 산학협력단
울산광역시 남구 대학로 93(무거동)
재단법인 아산사회복지재단
서울특별시 송파구 올림픽로43길 88 (풍납동)
(72) 발명자
양동현
서울시 송파구 양재대로 1218, 232-105(방이동,
올림픽선수기자촌아파트)
이준구
서울특별시 성북구 정릉로 292 정릉힐스테이트
102-601
김영학
서울 강남구 남부순환로 2914 개포1차우성아파트
3동 1102호
(74) 대리인
제일특허법인(유)

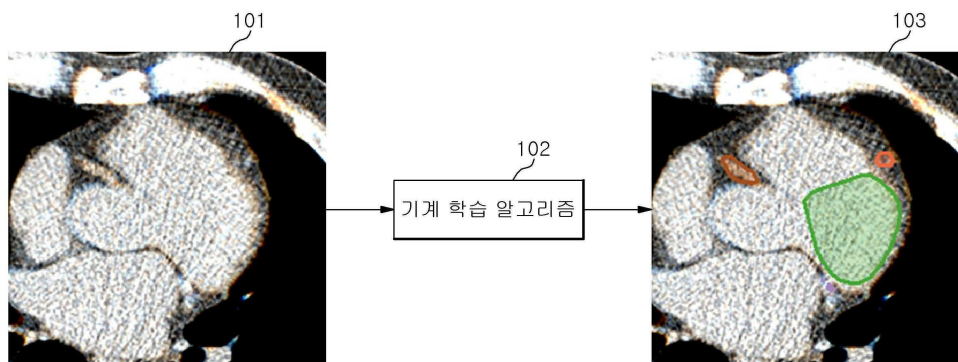
전체 청구항 수 : 총 12 항

(54) 발명의 명칭 관상동맥석회화점수 산정 방법 및 장치

(57) 요약

본 발명의 일 실시예에 따른 관상동맥석회화점수 산정 방법은, 조영증강 전의 관상동맥과 심근에 대한 대상 이미지를 획득하는 단계와, 기계 학습 알고리즘을 이용하여 상기 대상 이미지에 포함되는 상기 관상동맥을 식별하는 단계와, 상기 식별된 관상동맥에 기초하여 관상동맥석회화점수를 산정하는 단계를 포함하고, 상기 기계 학습 알고리즘은 기획득된 조영증강 전의 관상동맥과 심근에 대한 이미지와 기획득된 조영증강 후의 관상동맥과 심근에 대한 이미지의 정합에 의해 생성된 학습 데이터 베이스에 기초하여 학습이 수행된다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

A61B 6/504 (2013.01)

G16H 50/20 (2018.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 2018-0-00861

부처명 과학기술정보통신부

연구관리전문기관 정보통신기술진흥센터

연구사업명 SW컴퓨팅산업원천기술개발(의료진단 SW기술개발)

연구과제명 의료데이터분석 지능형 SW 기술개발

기 여 율 1/2

주관기관 정보통신산업진흥원

연구기간 2018.04.01 ~ 2018.12.31

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 HI18C0022

부처명 보건복지부

연구관리전문기관 한국보건산업진흥원

연구사업명 첨단의료기술개발사업

연구과제명 응급 및 실시간 진단 인공지능 시스템을 위한 연구개발 및 실용화 오픈플랫폼

기 여 율 1/2

주관기관 서울아산병원

연구기간 2018.04.30 ~ 2018.12.31

명세서

청구범위

청구항 1

조영증강 전의 관상동맥과 심근에 대한 대상 이미지를 획득하는 단계와,
기계 학습 알고리즘을 이용하여 상기 대상 이미지에 포함되는 상기 관상동맥을 식별하는 단계와,
상기 식별된 관상동맥에 기초하여 관상동맥석회화점수를 산정하는 단계를 포함하고,
상기 기계 학습 알고리즘은 기획득된 조영증강 전의 관상동맥과 심근에 대한 이미지와 기획득된 조영증강 후의 관상동맥과 심근에 대한 이미지의 정합에 의해 생성된 학습 데이터 베이스에 기초하여 학습이 수행된
관상동맥석회화점수 산정 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,
상기 관상동맥을 식별하는 단계는,
상기 기계 학습 알고리즘을 이용하여, 상기 대상 이미지에서 좌관상동맥(Left Coronary Artery, LCA), 좌주관상동맥(Left Main Coronary Artery, LMCA), 좌전하행동맥(Left Anterior Descending coronary artery, LAD), 근위부(proximal) 좌전하행동맥, 중간부(middle) 좌전하행동맥, 원위부(distal) 좌전하행동맥, 우관상동맥(Right Coronary Artery, RCA), 근위부 우관상동맥, 중간부 우관상동맥, 원위부 우관상동맥, 후하행동맥(posterior descending artery, PDA) 및 심근 중 적어도 하나에 대한 정보를 식별하는 단계를 포함하는
관상동맥석회화점수 산정 방법.

청구항 3

제2항에 있어서,
상기 정보는, 상기 좌관상동맥, 상기 좌주관상동맥, 상기 좌전하행동맥, 상기 근위부 좌전하행동맥, 상기 중간부 좌전하행동맥, 상기 원위부 좌전하행동맥, 상기 우관상동맥, 상기 근위부 우관상동맥, 상기 중간부 우관상동맥, 상기 원위부 우관상동맥, 상기 후하행동맥 및 상기 심근 각각의 위치, 형태 및 길이 중 적어도 하나에 대한 정보를 포함하는
관상동맥석회화점수 산정 방법.

청구항 4

제1항에 있어서,
상기 관상동맥석회화점수를 산정하는 단계는,
상기 대상 이미지에서 석회화된 영역을 식별하고, 상기 식별된 영역 중 상기 식별된 관상동맥에 대응하는 영역을 이용하여 관상동맥석회화점수를 산정하는 단계를 포함하는
관상동맥석회화점수 산정 방법.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 기획득된 조영증강 전의 관상동맥과 심근에 대한 이미지와 상기 기획득된 조영증강 후의 관상동맥과 심근에 대한 이미지는 동일한 대상에 대한 이미지이고,

상기 기계 학습 알고리즘은 FCN(Fully Convolutional Network)를 포함하는

관상동맥석회화점수 산정 방법.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 대상 이미지는 컴퓨터 단층촬영(Computed Tomography, CT) 이미지인

관상동맥석회화점수 산정 방법.

청구항 7

조영증강 전의 관상동맥과 심근에 대한 대상 이미지를 획득하는 대상 이미지 획득부와,

기계 학습 알고리즘을 이용하여 상기 대상 이미지에 포함되는 상기 관상동맥을 식별하는 관상동맥 식별부와,

상기 식별된 관상동맥에 기초하여 관상동맥석회화점수를 산정하는 산정부를 포함하고,

상기 기계 학습 알고리즘은 기획득된 조영증강 전의 관상동맥과 심근에 대한 이미지와 기획득된 조영증강 후의 관상동맥과 심근에 대한 이미지의 정합에 의해 생성된 학습 데이터 베이스에 기초하여 학습이 수행된

관상동맥석회화점수 산정 장치.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 관상동맥 식별부는,

상기 기계 학습 알고리즘을 이용하여, 상기 대상 이미지에서 좌관상동맥(Left Coronary Artery, LCA), 좌주관상동맥(Left Main Coronary Artery, LMCA), 좌전하행동맥(Left Anterior Descending coronary artery, LAD), 근위부(proximal) 좌전하행동맥, 중간부(middle) 좌전하행동맥, 원위부(distal) 좌전하행동맥, 우관상동맥(Right Coronary Artery, RCA), 근위부 우관상동맥, 중간부 우관상동맥, 원위부 우관상동맥, 후하행동맥(posterior descending artery, PDA) 및 심근 중 적어도 하나에 대한 정보를 식별하는

관상동맥석회화점수 산정 장치.

청구항 9

제8항에 있어서,

상기 정보는, 상기 정보는, 상기 좌관상동맥, 상기 좌주관상동맥, 상기 좌전하행동맥, 상기 근위부 좌전하행동맥, 상기 중간부 좌전하행동맥, 상기 원위부 좌전하행동맥, 상기 우관상동맥, 상기 근위부 우관상동맥, 상기 중간부 우관상동맥, 상기 원위부 우관상동맥, 상기 후하행동맥 및 상기 심근 각각의 위치, 형태 및 길이 중 적어도 하나에 대한 정보를 포함하는

관상동맥석회화점수 산정 장치.

청구항 10

제7항에 있어서,

상기 산정부는,

상기 대상 이미지에서 석회화된 영역을 식별하고, 상기 식별된 영역 중 상기 식별된 관상동맥에 대응하는 영역을 이용하여 관상동맥석회화점수를 산정하는

관상동맥석회화점수 산정 장치.

청구항 11

제7항에 있어서,

상기 기획득된 조영증강 전의 관상동맥과 심근에 대한 이미지와 상기 기획득된 조영증강 후의 관상동맥과 심근에 대한 이미지는 동일한 대상에 대한 이미지이고,

상기 기계 학습 알고리즘은 FCN(Fully Convolutional Network)를 포함하는

관상동맥석회화점수 산정 장치.

청구항 12

제7항에 있어서,

상기 대상 이미지는 컴퓨터 단층촬영(Computed Tomography, CT) 이미지인

관상동맥석회화점수 산정 장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 기계 학습 알고리즘을 이용하여 관상동맥석회화점수를 산정하는 장치 및 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 관상동맥질환은 사망을 유발하는 원인 중 하나로서, 관상동맥질환자의 50% 정도에서 심근경색이 발생하며, 그 정도가 심한 경우에는 사망에 이를 수 있다. 이와 같은 관상동맥질환의 진단을 위해 다양한 방법, 예를 들면 관상동맥석회화(CAC, coronary artery calcium)점수의 산정과 관상동맥CT혈관조영술이 존재한다.

[0003] 한편, 관상동맥CT혈관조영술의 경우, 조영증강을 실시해야하기 때문에, 환자가 조영제를 투입받아야 하므로, 조영제에 대한 알레르기 반응이나 신장 독성이 생길 수 있는 문제점이 있다. 이로 인해, 관상동맥CT혈관조영술 대신 조영증강전의 CT를 이용하여 산정 가능한 관상동맥석회화점수가 관상동맥질환의 진단을 위해 많이 이용되고 있다.

[0004] 구체적으로, 관상동맥석회화점수는 컴퓨터 단층촬영(Computed Tomography, 이하 'CT') 등과 같은 의학용 영상을 통해 획득될 수 있으며, 혈관 상의 칼슘의 축적 정도를 수치화하여 심혈관질환의 예측인자로 활용될 수 있다.

[0005] 이러한 관상동맥석회화점수의 산정을 위해서는, 의사 또는 분석가가 획득된 CT에 나타나는 다양한 기관들 중 관상동맥부분을 찾아서, 관상동맥부분에 대한 칼슘의 양을 평가하여야 한다는 번거로움이 존재한다. 또한, 조영증강전의 CT에서는 관상동맥부분이 명확히 드러나지 않아, 의사 또는 분석가의 경험과 판단에 의존해야하기 때문에 정확성이나 객관성이 다소 낮다는 단점이 존재한다.

선행기술문헌

특허문헌

[0006] (특허문헌 0001) 한국공개특허 제10-2014-0141526호 (2014년 12월 10일 공개)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 본 발명이 해결하고자 하는 과제는, 기계 학습 알고리즘을 이용하여 관상동맥석회화점수를 의사 또는 분석가의 개입 없이 자동으로 산정하는 장치 및 방법을 제공하는 것이다.

[0008] 다만, 본 발명이 해결하고자 하는 과제는 이상에서 언급한 바로 제한되지 않으며, 언급되지는 않았으나 아래의 기재로부터 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명확하게 이해될 수 있는 목적을 포함할 수 있다.

과제의 해결 수단

[0009] 본 발명의 일 실시예에 따른 관상동맥석회화점수 산정 방법은, 조영증강 전의 관상동맥과 심근에 대한 대상 이미지를 획득하는 단계와, 기계 학습 알고리즘을 이용하여 상기 대상 이미지에 포함되는 상기 관상동맥을 식별하는 단계와, 상기 식별된 관상동맥에 기초하여 관상동맥석회화점수를 산정하는 단계를 포함하고, 상기 기계 학습 알고리즘은 기획득된 조영증강 전의 관상동맥과 심근에 대한 이미지와 기획득된 조영증강 후의 관상동맥과 심근에 대한 이미지의 정합에 의해 생성된 학습 데이터 베이스에 기초하여 학습이 수행된다.

[0010] 또한, 상기 관상동맥을 식별하는 단계는, 상기 기계 학습 알고리즘을 이용하여, 상기 대상 이미지에서 좌관상동맥(Left Coronary Artery, LCA), 좌주관상동맥(Left Main Coronary Artery, LMCA), 좌전하행동맥(Left Anterior Descending coronary artery, LAD), 근위부(proximal) 좌전하행동맥, 중간부(middle) 좌전하행동맥, 원위부(distal) 좌전하행동맥, 우관상동맥(Right Coronary Artery, RCA), 근위부 우관상동맥, 중간부 우관상동맥, 원위부 우관상동맥, 후하행동맥(posterior descending artery, PDA) 및 심근 중 적어도 하나에 대한 정보를 식별하는 단계를 포함한다.

[0011] 또한, 상기 정보는, 상기 정보는, 상기 좌관상동맥, 상기 좌주관상동맥, 상기 좌전하행동맥, 상기 근위부 좌전하행동맥, 상기 중간부 좌전하행동맥, 상기 원위부 좌전하행동맥, 상기 우관상동맥, 상기 근위부 우관상동맥, 상기 중간부 우관상동맥, 상기 원위부 우관상동맥, 상기 후하행동맥 및 상기 심근 각각의 위치, 형태 및 길이 중 적어도 하나에 대한 정보를 포함한다.

[0012] 또한, 상기 관상동맥석회화점수를 산정하는 단계는, 상기 대상 이미지에서 석회화된 영역을 식별하고, 상기 식별된 영역 중 상기 식별된 관상동맥에 대응하는 영역을 이용하여 관상동맥석회화점수를 산정하는 단계를 포함한다.

[0013] 또한, 상기 기획득된 조영증강 전의 관상동맥과 심근에 대한 이미지와 상기 기획득된 조영증강 후의 관상동맥과 심근에 대한 이미지는 동일한 대상에 대한 이미지이고, 상기 기계 학습 알고리즘은 FCN(Fully Convolutional Network)를 포함한다.

[0014] 또한, 상기 대상 이미지는 컴퓨터 단층촬영(Computed Tomography, CT) 이미지이다.

[0015] 본 발명의 일 실시예에 따른 관상동맥석회화점수 산정 장치는, 조영증강 전의 관상동맥과 심근에 대한 대상 이미지를 획득하는 대상 이미지 획득부와, 기계 학습 알고리즘을 이용하여 상기 대상 이미지에 포함되는 상기 관상동맥을 식별하는 관상동맥 식별부와, 상기 식별된 관상동맥에 기초하여 관상동맥석회화점수를 산정하는 산정부를 포함하고, 상기 기계 학습 알고리즘은 기획득된 조영증강 전의 관상동맥과 심근에 대한 이미지와 기획득된 조영증강 후의 관상동맥과 심근에 대한 이미지의 정합에 의해 생성된 학습 데이터 베이스에 기초하여 학습이 수행된다.

[0016] 또한, 상기 관상동맥 식별부는, 상기 기계 학습 알고리즘을 이용하여, 상기 대상 이미지에서 좌관상동맥(Left Coronary Artery, LCA), 좌주관상동맥(Left Main Coronary Artery, LMCA), 좌전하행동맥(Left Anterior Descending coronary artery, LAD), 근위부(proximal) 좌전하행동맥, 중간부(middle) 좌전하행동맥, 원위부(distal) 좌전하행동맥, 우관상동맥(Right Coronary Artery, RCA), 근위부 우관상동맥, 중간부 우관상동맥, 원위부 우관상동맥, 후하행동맥(posterior descending artery, PDA) 및 심근 중 적어도 하나에 대한 정보를 식별

한다.

- [0017] 또한, 상기 정보는, 상기 정보는, 상기 좌관상동맥, 상기 좌주관상동맥, 상기 좌전하행동맥, 상기 근위부 좌전하행동맥, 상기 중간부 좌전하행동맥, 상기 원위부 좌전하행동맥, 상기 우관상동맥, 상기 근위부 우관상동맥, 상기 중간부 우관상동맥, 상기 원위부 우관상동맥, 상기 후하행동맥 및 상기 심근 각각의 위치, 형태 및 길이 중 적어도 하나에 대한 정보를 포함한다.
- [0018] 또한, 상기 산정부는, 상기 대상 이미지에서 석회화된 영역을 식별하고, 상기 식별된 영역 중 상기 식별된 관상동맥에 대응하는 영역을 이용하여 관상동맥석회화점수를 산정한다.
- [0019] 또한, 상기 기획득된 조영증강 전의 관상동맥과 심근에 대한 이미지와 상기 기획득된 조영증강 후의 관상동맥과 심근에 대한 이미지는 동일한 대상에 대한 이미지이고, 상기 기계 학습 알고리즘은 FCN(Fully Convolutional Network)를 포함한다.
- [0020] 또한, 상기 대상 이미지는 컴퓨터 단층촬영(Computed Tomography, CT) 이미지이다.

발명의 효과

- [0021] 본 발명의 실시예에 따른 관상동맥석회화점수 산정 장치 및 방법은 기계 학습 알고리즘을 이용하여 관상동맥을 식별하고, 식별된 관상동맥에 기초하여 관상동맥석회화점수를 산정하여, 관상동맥석회화점수의 산정에 대한 정확성, 신뢰성 및 객관성을 향상시킬 수 있다.
- [0022] 다만, 본 발명에서 얻을 수 있는 효과는 이상에서 언급한 효과들로 제한되지 않으며, 언급하지 않은 또 다른 효과들은 아래의 기재로부터 본 개시가 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

도면의 간단한 설명

- [0023] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 기계 학습 알고리즘을 이용한 관상동맥 식별 과정의 예를 도시한다.
- 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 관상동맥석회화점수 산정 장치의 기능적 구성의 예를 도시한다.
- 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 관상동맥석회화점수 산정 방법의 각 단계의 흐름을 도시한다.
- 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 관상동맥석회화점수 산정 장치의 입력 영상과 출력 영상의 예를 도시한다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0024] 본 발명의 이점 및 특징, 그리고 그것들을 달성하는 방법은 첨부되는 도면과 함께 상세하게 후술되어 있는 실시예들을 참조하면 명확해질 것이다. 그러나 본 발명은 이하에서 개시되는 실시예들에 한정되는 것이 아니라 다양한 형태로 구현될 수 있으며, 단지 본 실시예들은 본 발명의 개시가 완전하도록 하고, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 발명의 범주를 완전하게 알려주기 위해 제공되는 것이며, 본 발명의 범주는 청구항에 의해 정의될 뿐이다.
- [0025] 본 발명의 실시예들을 설명함에 있어서 공지 기능 또는 구성에 대한 구체적인 설명은 본 발명의 실시예들을 설명함에 있어 실제로 필요한 경우 외에는 생략될 것이다. 그리고 후술되는 용어들은 본 발명의 실시예에서의 기능을 고려하여 정의된 용어들로서 이는 사용자, 운용자의 의도 또는 관례 등에 따라 달라질 수 있다. 그러므로 그 정의는 본 명세서 전반에 걸친 내용을 토대로 내려져야 할 것이다.
- [0026] 본 발명은 다양한 변경을 가할 수 있고 여러 가지 실시예들을 포함할 수 있는바, 특정 실시예들을 도면에 예시하고 상세한 설명에 설명하고자 한다. 그러나 이는 본 발명을 특정한 실시 형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변경, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로서 이해되어야 한다.
- [0027] 제 1, 제 2 등과 같이 서수를 포함하는 용어는 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 해당 구성요소들은 이와 같은 용어들에 의해 한정되지는 않는다. 이 용어들은 하나의 구성요소들을 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만 사용된다.
- [0028] 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 '연결되어' 있다거나 '접속되어' 있다고 언급된 때에는, 그 다른 구성요소에 직접적으로 연결되어 있거나 또는 접속되어 있을 수도 있지만, 중간에 다른 구성요소가 존재할 수도 있다고 이

해되어야 할 것이다.

- [0029] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 기계 학습 알고리즘을 이용한 관상동맥 식별 과정의 예를 도시한다.
- [0030] 도 1을 참조하면, 입력 영상(101)은 사람의 심장 영역에 대한 이미지일 수 있다. 보다 구체적으로, 입력 영상(101)은 조영증강 전의 관상동맥과 심근에 대한 이미지를 포함할 수 있다.
- [0031] 관상동맥석회화점수 산정 장치는 기계 학습 알고리즘(102)에 의해 입력 영상(101) 내에 포함되는 관상동맥의 영역이 식별되도록 할 수 있다. 예를 들면, 도 1에 도시된 바와 같이, 식별된 관상동맥의 영역은 출력 영상(103)의 하이라이트(highlight)된 부분일 수 있다.
- [0032] 보다 구체적으로 예를 들면, 관상동맥석회화점수 산정 장치는 입력 영상(101)에 포함된 관상동맥을 그 종류에 따라 세부적으로 구분하고, 나아가 심근도 구분할 수 있다. 관상동맥석회화점수 산정 장치에 의해 구분되는 관상동맥은 좌관상동맥(Left Coronary Artery, LCA), 좌주관상동맥(Left Main Coronary Artery, LMCA), 좌전하행(관상)동맥(Left Anterior Descending coronary artery, LAD), 근위부(proximal) 좌전하행동맥, 중간부(middle) 좌전하행동맥, 원위부(distal) 좌전하행동맥, 우관상동맥(Right Coronary Artery, RCA), 근위부 우관상동맥, 중간부 우관상동맥, 원위부 우관상동맥, 후하행동맥(posterior descending artery, PDA) 등을 포함할 수 있다. 관상동맥석회화점수 산정 장치에 의해 구분되는 심근은 예를 들면 좌심실, 우심실을 포함할 수 있다.
- [0033] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 관상동맥석회화점수 산정 장치의 기능적 구성의 예를 도시한다.
- [0034] 도 2를 참조하면, 관상동맥석회화점수 산정 장치(10)는 대상 이미지 획득부(210), 관상동맥 식별부(220), 산정부(230)를 포함할 수 있다.
- [0035] 대상 이미지 획득부(210)는 조영증강 전의 관상동맥과 심근에 대한 대상 이미지를 획득할 수 있다. 대상 이미지는 의학용 영상을 포함할 수 있다. 예를 들어, 대상 이미지는 컴퓨터 단층촬영(Computed Tomography, CT) 이미지를 포함할 수 있지만, 이에 제한되는 것은 아니다.
- [0036] 경우에 따라, 대상 이미지에는 관상동맥과 심근 이외의 다른 기관을 포함할 수도 있음은 물론이다. 다만, 대상 이미지는 조영제가 투여되기 전의 이미지이기 때문에, 각 기관들의 경계가 명확히 드러나지 않은 모호한 상태의 이미지일 수 있다. 이와 관련된 구체적인 예시는 도 4를 참조할 수 있다.
- [0037] 관상동맥 식별부(220)는 기계 학습 알고리즘(102)을 이용하여 대상 이미지에 포함되는 관상동맥을 식별할 수 있다. 여기서, 기계 학습 알고리즘(102)은 기획득된 조영증강 전의 관상동맥과 심근에 대한 이미지와 기획득된 조영증강 후의 관상동맥과 심근에 대한 이미지의 정합에 의해 생성된 학습 데이터 베이스에 기초하여 학습이 수행된 것일 수 있다.
- [0038] 기획득된 조영증강 전의 관상동맥과 심근에 대한 이미지와 상기 기획득된 조영증강 후의 관상동맥과 심근에 대한 이미지는 동일한 대상, 즉 동일한 환자에 대한 이미지로서, 미리 저장되어 있는 방대한 양의 데이터일 수 있다.
- [0039] 한편, 기계 학습 알고리즘(102)의 학습에 이용된 조영증강 전과 조영증강 후의 이미지는 복수개가 있을 수 있으며, 정합되는 조영증강 전과 후의 이미지는 동일한 대상에 대한 이미지일 수 있다. 동일한 대상에 대한 이미지의 정합은 통상의 기술자에게 용이한 바 이와 관련된 보다 자세한 설명은 생략될 수 있다.
- [0040] 한편, 환자에 조영제가 투여됨에 기초하여 조영증강 후의 의학용 영상이 획득될 수 있는데, 이러한 조영증강 후의 의학용 영상은 각 기관들이 보다 명확히 구별되게 된다. 상술한 기계 학습 알고리즘(102)은 이러한 조영증강 후의 의학용 영상을 이용하여 추후 입력 영상으로서 조영증강 전의 이미지를 제공받으면, 조영증강 전의 이미지에 포함되는 각 기관들을 정확하게 구분하도록 학습된 알고리즘일 수 있다.
- [0041] 기계 학습 알고리즘(102)의 학습에 이용된 조영증강 후의 의학용 영상에는 관상동맥이 종류 별로 구분되어 있을 수 있고, 이에 따라, 관상동맥 자체를 구분하는 것에서 나아가 세부적인 종류로 구분하도록 학습될 수 있다.
- [0042] 기계 학습 알고리즘(102)은 FCN(Fully Convolutional Network)를 포함할 수 있다. 다만 이에 제한되지는 않으며, 영상의 식별과 관련된 다양한 기계 학습 알고리즘(또는 딥러닝 알고리즘, 또는 인공지능 알고리즘)으로 구성될 수 있다.
- [0043] 관상동맥 식별부(220)는 기계 학습 알고리즘(102)을 이용하여, 대상 이미지에서 심근과 관상동맥을 구분하고, 나아가 관상동맥을 종류에 따라 세부적으로 구분할 수 있다. 이러한 구분은 좌관상동맥, 좌주관상동맥, 좌전하

행동맥, 근위부 좌전하행동맥, 중간부 좌전하행동맥, 원위부 좌전하행동맥, 우관상동맥, 근위부 우관상동맥, 중간부 우관상동맥, 원위부 우관상동맥, 후하행동맥 및 심근 각각의 위치, 형태 및 길이 중 적어도 하나에 대한 정보에 기초하여 수행될 수 있다.

- [0044] 산정부(230)는 식별된 관상동맥에 기초하여 관상동맥석회화점수를 산정할 수 있다. 산정부(230)는 대상 이미지에서 석회화된 영역(또는 칼슘이 축적된 영역)을 식별하고, 식별된 영역 중 식별된 관상동맥에 대응하는 영역을 결정할 수 있다. 산정부(230)는 관상동맥에 대응하는 영역의 석회화 정도에 따라 관상동맥석회화점수를 산정할 수 있다.
- [0045] 보다 구체적으로 설명하면, 대상 이미지에는 관상동맥 이외에도 심근이나 그 외의 기관이 포함되어 있을 수 있다. 이에 따라, 대상 이미지 전체에 대해 석회화된 영역을 식별하게 되면 다양한 원인으로 관상동맥 이외의 부분에도 석회화된 영역이 있을 수 있다. 산정부(230)는 이처럼 식별된 석회화된 영역에서 관상동맥에 해당하는 영역을 결정하여, 관상동맥석회화점수를 산정할 수 있다.
- [0046] 이 때, 식별된 관상동맥의 종류에 기초하여 어느 관상동맥에 석회화가 많이 진행되었는지 등에 대한 정보도 획득할 수 있다. 즉, 관상동맥석회화지수 산정 장치(10)는 보다 상세한 관상동맥석회화점수의 산정을 수행하고, 나아가 이러한 정보를 이용하여 심혈관질환의 예상 부위, 심혈관질환의 발생 확률, 위험도 등에 대한 진단을 수행할 수도 있다.
- [0047] 경우에 따라, 산정부(230)는 대상 이미지에서 관상동맥에 해당하는 영역을 먼저 식별하고 해당 영역에 대한 석회화 정도를 판단할 수도 있고, 관상동맥에 해당하는 영역을 식별하는 것과 석회화 정도를 판단하는 것을 동시에 수행할 수도 있음은 물론이다.
- [0048] 한편, 석회화 점수는 관상동맥에 축적된 칼슘의 양의 정도에 따라 달라지는 값으로, 기 설정된 기준에 따라 산정부(230)는 자동적으로 석회화 점수를 산정할 수 있다. 석회화 점수의 산정 기준과 관련하여서는 통상의 기술자에게 용이한 바 자세한 설명은 생략하겠다.
- [0049] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 관상동맥석회화점수 산정 방법의 각 단계의 흐름을 도시한다. 이하 도 3에서는 도 2의 관상동맥석회화점수 산정 장치(10)의 각 구성을 중심으로 설명하겠으며, 또한, 도 3에 도시된 방법의 각 단계는 경우에 따라 도면에 도시된 바와 그 순서를 달리하여 수행될 수 있음은 물론이다.
- [0050] 도 3을 참조하면, 대상 이미지 획득부(210)는 조영증강 전의 관상동맥과 심근에 대한 대상 이미지를 획득할 수 있다(S110). 보다 구체적으로, 대상 이미지 획득부(210)는 조영제가 투여되지 않은 환자의 관상동맥과 심근을 포함하는 의학용 영상을 대상 이미지로 획득할 수 있다. 의학용 영상은 의학적으로 이용되는 다양한 영상의 종류를 포함할 수 있으며, 예를 들어 컴퓨터 단층촬영(CT) 등을 포함할 수 있다.
- [0051] 한편, 대상 이미지 획득부(210)에 의해 획득된 대상 이미지는 조영증강 전의 의학용 영상으로서, 일반적으로 관상동맥과 다른 기관에 대한 구분이 모호한 이미지일 수 있다.
- [0052] 관상동맥 식별부(220)는 기계 학습 알고리즘(102)을 이용하여 관상동맥을 식별할 수 있다(S120). 관상동맥 식별부(220)는 기계 학습 알고리즘(102)을 이용하여 대상 이미지에서 관상동맥을 식별할 수 있다. 관상동맥 식별부(220)는 이와 같은 대상 이미지에서 관상동맥을 보다 명확히 구분해 내기 위해 기계 학습 알고리즘(102)을 이용하는 것일 수 있다.
- [0053] 기계 학습 알고리즘(102)은 조영증강 전의 관상동맥과 심근에 대한 이미지와 조영증강 후의 관상동맥과 심근에 대한 이미지를 정합시켜 획득된 학습 데이터 베이스를 이용하여 학습된 알고리즘일 수 있다. 이 때, 정합에 이용되는 조영증강 전과 후의 이미지는 동일한 대상, 즉 동일 환자에 대한 이미지일 수 있다. 관상동맥 식별부(220)는 이러한 기계 학습 알고리즘(102)에 기초하여 대상 이미지에서 관상동맥 및 심근을 세부적으로 식별할 수 있다.
- [0054] 산정부(230)는 식별된 관상동맥에 기초하여 관상동맥석회화점수를 산정할 수 있다(S130). 보다 구체적으로, 산정부(230)는 대상 이미지를 판별하여 석회화가 진행된 부분에 대한 정보를 획득할 수 있고, 석회화가 진행된 부분과 식별된 관상동맥의 부분을 비교하여, 석회화가 진행된 부분 중 관상동맥에 해당하는 부분을 결정할 수 있다. 이러한 결정에 기초하여, 산정부(230)는 관상동맥의 석회화 정도에 대한 분석을 수행함으로써 관상동맥석회화점수를 산정할 수 있다.
- [0055] 경우에 따라, 산정부(230)는 대상 이미지에서 관상동맥에 해당하는 영역을 먼저 식별하고, 해당 영역에 대한 석회화 정도를 판단하거나, 관상동맥 영역의 식별과 석회화 정도의 판단이 동시에 수행되도록 할 수도 있음은 물론

론이다.

- [0056] 여기서, 관상동맥석회화점수의 산정은 일반적으로 이용되는 다양한 기술을 활용할 수 있다. 예를 들어, 관상동맥에 축적된 칼슘의 양을 측정하여, 그 양의 정도에 비례하게 점수화를 하는 방법을 이용하여 관상동맥석회화점수를 산정할 수 있다.
- [0057] 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 관상동맥석회화점수 산정 장치의 입력 영상과 출력 영상의 예를 도시한다.
- [0058] 도 4를 참조하면, 관상동맥석회화점수 산정 장치(10)는 대상 이미지로서 입력 영상(401)을 입력받을 수 있다. 관상동맥석회화점수 산정 장치(10)는 기계 학습 알고리즘(102)에 기초하여 입력 영상(401)을 분석하여 관상동맥과 심근이 구분된 출력 영상(402)을 제공할 수 있다.
- [0059] 도 4에 도시된 바와 같이 입력 영상(401)은 조영증강 전의 의학용 영상으로서 영상에 나타나는 각각의 기관의 구분이 모호한 영상일 수 있다. 그러나, 본 발명의 관상동맥 식별부(220)에 의해 입력 영상(401)이 식별됨에 기초하여, 출력 영상(402)과 같이 관상동맥에 해당하는 부분이 구분되어 표시될 수 있다.
- [0060] 관상동맥에 해당하는 부분은 출력 영상(402)에서 빨간색으로 구분된 부분은 좌심실을 나타낼 수 있으며, 그 외의 부분은 관상동맥에 해당하는 부분일 수 있다. 상술한 바와 같이, 관상동맥석회화점수 산정 장치(10)는 관상동맥을 세부적으로 구분할 수 있는 바, 출력 영상(402)에 나타나는 것과 같이 그 종류에 따라 다양한 색으로 구분되어 표시될 수 있다. 다만, 이러한 구분은 일 예일 뿐 본 발명의 사상이 이에 제한되지 않음은 물론이다.
- [0061] 또한, 출력 영상(402)은 관상동맥석회화점수 산정 장치(10)에 표시되도록 제공될 수도 있고, 경우에 따라, 제공되지 않고 결과적으로 관상동맥 별 석회화 점수 및 최종 평균 석회화점수만 산정되어 제공될 수도 있다.
- [0062] 본 명세서에 첨부된 블록도의 각 블록과 흐름도의 각 단계의 조합들은 컴퓨터 프로그램 인스트럭션들에 의해 수행될 수도 있다. 이들 컴퓨터 프로그램 인스트럭션들은 범용 컴퓨터, 특수용 컴퓨터 또는 기타 프로그램 가능한 데이터 프로세싱 장비의 프로세서에 탑재될 수 있으므로, 컴퓨터 또는 기타 프로그램 가능한 데이터 프로세싱 장비의 프로세서를 통해 수행되는 그 인스트럭션들이 블록도의 각 블록 또는 흐름도의 각 단계에서 설명된 기능들을 수행하는 수단을 생성하게 된다. 이들 컴퓨터 프로그램 인스트럭션들은 특정 방식으로 기능을 구현하기 위해 컴퓨터 또는 기타 프로그램 가능한 데이터 프로세싱 장비를 지향할 수 있는 컴퓨터 이용 가능 또는 컴퓨터 판독 가능 메모리에 저장되는 것도 가능하므로, 그 컴퓨터 이용가능 또는 컴퓨터 판독 가능 메모리에 저장된 인스트럭션들은 블록도의 각 블록 또는 흐름도 각 단계에서 설명된 기능을 수행하는 인스트럭션 수단을 내포하는 제조 품목을 생산하는 것도 가능하다. 컴퓨터 프로그램 인스트럭션들은 컴퓨터 또는 기타 프로그램 가능한 데이터 프로세싱 장비 상에 탑재되는 것도 가능하므로, 컴퓨터 또는 기타 프로그램 가능한 데이터 프로세싱 장비 상에서 일련의 동작 단계들이 수행되어 컴퓨터로 실행되는 프로세스를 생성해서 컴퓨터 또는 기타 프로그램 가능한 데이터 프로세싱 장비를 수행하는 인스트럭션들은 블록도의 각 블록 및 흐름도의 각 단계에서 설명된 기능들을 실행하기 위한 단계들을 제공하는 것도 가능하다.
- [0063] 또한, 각 블록 또는 각 단계는 특정된 논리적 기능(들)을 실행하기 위한 하나 이상의 실행 가능한 인스트럭션들을 포함하는 모듈, 세그먼트 또는 코드의 일부를 나타낼 수 있다. 또, 몇 가지 대체 실시예들에서는 블록들 또는 단계들에서 언급된 기능들이 순서를 벗어나서 발생하는 것도 가능함을 주목해야 한다. 예컨대, 잇달아 도시되어 있는 두 개의 블록들 또는 단계들은 사실 실질적으로 동시에 수행되는 것도 가능하고 또는 그 블록들 또는 단계들이 때때로 해당하는 기능에 따라 역순으로 수행되는 것도 가능하다.
- [0064] 이상의 설명은 본 발명의 기술 사상을 예시적으로 설명한 것에 불과한 것으로서, 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 본 발명의 본질적인 품질에서 벗어나지 않는 범위에서 다양한 수정 및 변형이 가능할 것이다. 따라서, 본 명세서에 개시된 실시예들은 본 발명의 기술 사상을 한정하기 위한 것이 아니라 설명하기 위한 것이고, 이러한 실시예에 의하여 본 발명의 기술 사상의 범위가 한정되는 것은 아니다. 본 발명의 보호 범위는 아래의 청구범위에 의하여 해석되어야 하며, 그와 균등한 범위 내에 있는 모든 기술사상은 본 발명의 권리범위에 포함되는 것으로 해석되어야 할 것이다.

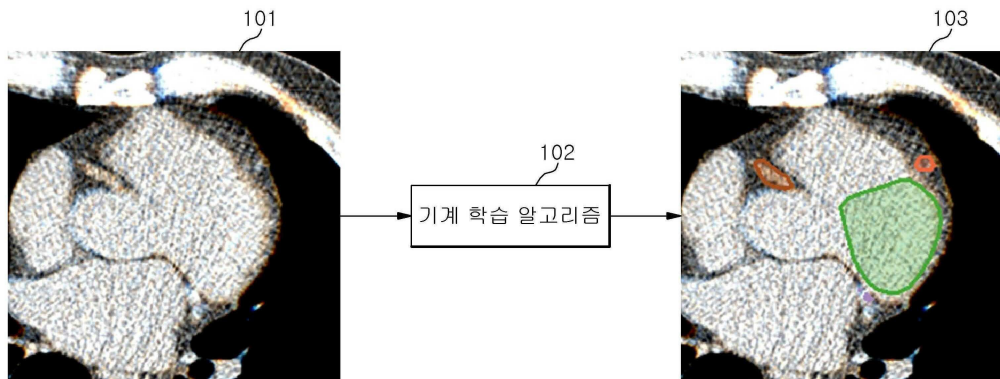
부호의 설명

- [0065] 10: 관상동맥석회화점수 산정 장치
101: 입력 영상
102: 기계 학습 알고리즘

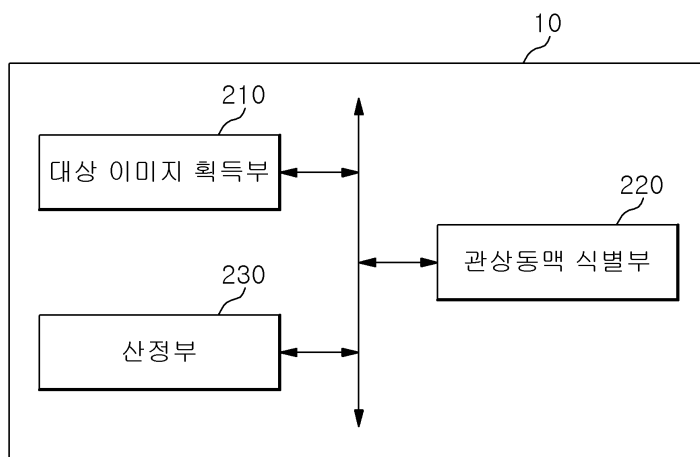
- 103: 출력 영상
- 210: 대상 이미지 획득부
- 220: 관상동맥 식별부
- 230: 산정부

도면

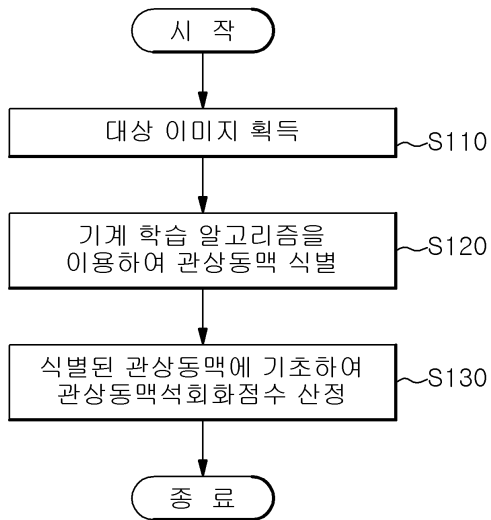
도면1



도면2



도면3



도면4

