



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2025-0102829
(43) 공개일자 2025년07월07일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
A61B 6/00 (2025.01) A61B 6/03 (2025.01)
G06T 7/00 (2017.01) G06T 7/11 (2017.01)
G16H 30/20 (2018.01) G16H 50/20 (2018.01)
(52) CPC특허분류
A61B 6/5217 (2020.08)
A61B 6/032 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2023-0194942
(22) 출원일자 2023년12월28일
심사청구일자 2023년12월28일

(71) 출원인
고려대학교 산학협력단
서울특별시 성북구 안암로 145, 고려대학교 (안암
동5가)
(72) 발명자
유인선
서울특별시 송파구 올림픽로 135, 242동 2201호
(잠실동, 리센츠)
최인성
경기도 성남시 분당구 성남대로171번길 8, 106동
1501호 (금곡동, 청솔마을)
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
특허법인 무한

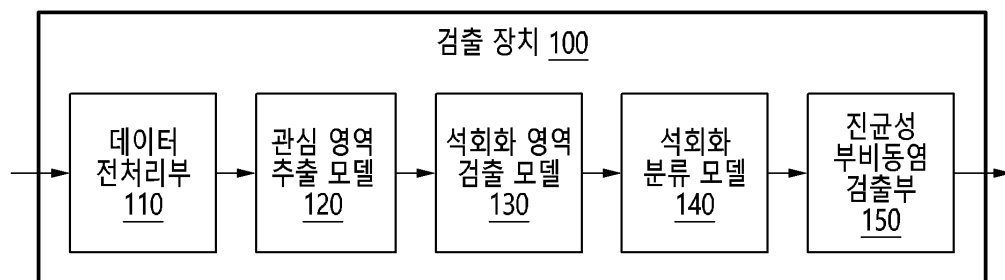
전체 청구항 수 : 총 13 항

(54) 발명의 명칭 진균성 부비동염 검출 장치 및 검출 방법

(57) 요약

진균성 부비동염 검출 장치 및 검출 방법이 개시된다. 진균성 부비동염의 검출을 위한 검출 장치는 실행 가능한 명령어들을 저장하는 메모리 및 프로세서를 포함하고, 프로세서에 의해 실행 가능한 명령어가 실행되는 경우, 검출 장치는 관심 영역 추출 모델에 CT 영상을 입력하여 관심 영역 추출 모델로부터 CT 영상 내 관심 영역과 관심 영역이 아닌 나머지 영역이 구분된 마스크 영상을 획득하고, CT 영상과 마스크 영상을 이용하여 CT 영상에서 관심 영역에 대응하는 대응 영역만 나타난 마스크된 CT 영상을 획득하고, 석회화 영역 검출 모델에 마스크된 CT 영상을 입력하여 석회화 영역 검출 모델로부터 마스크된 CT 영상에서 석회화 추정 영역을 추출하고, 석회화 분류 모델에 마스크된 CT 영상 및 추출된 석회화 추정 영역의 위치 정보를 입력하여 석회화 분류 모델로부터 석회화 추정 영역에 대한 분류 결과를 획득할 수 있다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

G06T 7/0012 (2013.01)

G06T 7/11 (2017.01)

G16H 30/20 (2018.01)

G16H 50/20 (2018.01)

G06T 2207/10081 (2013.01)

G06T 2207/20081 (2013.01)

G06T 2207/20084 (2013.01)

(72) 발명자

양제파

경기도 광명시 디지털로 63, 1203동 1106호 (철산동, 철산12단지주공아파트)

윤후

서울특별시 관악구 관악로 195, 102동 1902호 (봉천동, 관악위버폴리스)

김시우

경기도 용인시 수지구 용구대로2771번길 68, 109동 803호 (죽전동, 벽산타운1단지)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1711180831

과제번호 2022R1F1A1062925

부처명 과학기술정보통신부

과제관리(전문)기관명 한국연구재단

연구사업명 개인기초연구(과기정통부)

연구과제명 딥러닝 알고리즘을 이용한 부비동 전산화단층촬영 영상에서의 진균성 부비동염의 진

단

기 여 율 1/1

과제수행기관명 고려대학교

연구기간 2023.03.01 ~ 2024.02.29

명세서

청구범위

청구항 1

진균성 부비동염의 검출을 위한 검출 장치에 있어서,
실행 가능한 명령어들을 저장하는 메모리; 및
프로세서를 포함하고,
상기 프로세서에 의해 상기 실행 가능한 명령어가 실행되는 경우, 상기 검출 장치는,
관심 영역 추출 모델에 CT(computer tomography) 영상을 입력하여 상기 관심 영역 추출 모델로부터 상기 CT 영상 내 관심 영역과 상기 관심 영역이 아닌 나머지 영역이 구분된 마스크 영상을 획득하고,
상기 CT 영상과 상기 마스크 영상을 이용하여 상기 CT 영상에서 상기 관심 영역에 대응하는 대응 영역만 나타난 마스크된 CT 영상(masked CT image)을 획득하고,
석회화(calcification) 영역 검출 모델에 상기 마스크된 CT 영상을 입력하여 상기 석회화 영역 검출 모델로부터 상기 마스크된 CT 영상에서 석회화 추정 영역을 추출하고,
석회화 분류 모델에 상기 마스크된 CT 영상 및 상기 추출된 석회화 추정 영역의 위치 정보를 입력하여 상기 석회화 분류 모델로부터 상기 석회화 추정 영역에 대한 분류 결과를 획득하는 ,
검출 장치.

청구항 2

제1항에 있어서,
상기 프로세서는,
커널 변환(kernel conversion)을 이용하여 상기 입력된 CT 영상의 특성을 나타내는 영상 지표를 변환하는,
검출 장치.

청구항 3

제1항에 있어서,
상기 관심 영역 추출 모델은,
상기 CT 영상에서 관심 영역을 추출하고, 상기 CT 영상 중 상기 관심 영역이 아닌 나머지 영역이 구분되도록 상기 나머지 영역의 픽셀 값을 조정하여 상기 마스크된 CT 영상을 생성하는 모델인,
검출 장치.

청구항 4

제3항에 있어서,
상기 석회화 영역 검출 모델은,
상기 마스크된 CT 영상의 상기 관심 영역 내에서 석회화 영역이라고 추정되는 석회화 추정 영역의 위치를 검출하는 것인,

검출 장치.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 석회화 분류 모델은,

상기 마스킹된 CT 영상 및 상기 석회화 추정 영역의 위치 정보에 기초하여 상기 석회화 추정 영역에 나타난 객체를 미리 정의된 클래스들 중 어느 하나로 분류하는 모델이고,

상기 미리 정의된 클래스들은,

비-석회화 영역에 대응하는 제1 클래스, 축농증 의심 영역에 대응하는 제2 클래스, 진균성 부비동염에 의한 것이 아닌 석회화 영역에 대응하는 제3 클래스 및 진균성 부비동염에 의한 석회화 영역에 대응하는 제4 클래스를 포함하는,

검출 장치.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 관심 영역 추출 모델은 3D Unet 모델이고,

상기 석회화 영역 검출 모델은 YOLO 모델이고,

상기 석회화 분류 모델은 efficientNet 모델인,

검출 장치.

청구항 7

진균성 부비동염 검출을 위한 검출 방법에 있어서,

관심 영역 추출 모델에 CT 영상을 입력하여 상기 관심 영역 추출 모델로부터 상기 CT 영상 내 관심 영역과 상기 관심 영역이 아닌 나머지 영역이 구분된 마스크 영상을 획득하는 동작;

상기 CT 영상과 상기 마스크 영상을 이용하여 상기 CT 영상에서 상기 관심 영역에 대응하는 대응 영역만 나타난 마스킹된 CT 영상(masked CT image)을 획득하는 동작;

석회화(calcification) 영역 검출 모델에 상기 마스킹된 CT 영상을 입력하여 상기 석회화 영역 검출 모델로부터 상기 마스킹된 CT 영상에서 석회화 추정 영역을 추출하는 동작;

석회화 분류 모델에 상기 마스킹된 CT 영상 및 상기 추출된 석회화 추정 영역의 위치 정보를 입력하여 상기 석회화 분류 모델로부터 상기 석회화 추정 영역에 대한 분류 결과를 획득하는 동작; 및

상기 분류 결과를 기초로 진균성 부비동염 여부를 결정하는 동작

을 포함하는 검출 방법.

청구항 8

제7항에 있어서,

커널 변환(kernel conversion)을 이용하여 상기 입력된 CT 영상의 특성을 나타내는 영상 지표를 변환하는 동작을 더 포함하는,

검출 방법.

청구항 9

제7항에 있어서,

상기 관심 영역 추출 모델은,

상기 CT 영상에서 관심 영역을 추출하고, 상기 CT 영상 중 상기 관심 영역이 아닌 나머지 영역이 구분되도록 상기 나머지 영역의 픽셀 값을 조정하여 마스킹된 CT 영상을 생성하는 것인,

검출 방법.

청구항 10

제7항에 있어서,

상기 석회화 영역 검출 모델은,

상기 마스킹된 CT 영상에서 석회화 영역으로 추정되는 석회화 추정 영역의 위치 정보에 기초하여 석회화 영역을 검출하고, 상기 검출된 석회화 영역에 대한 영역 표시를 기초로 상기 석회화 추정 영역을 추출하는 것인,

검출 방법.

청구항 11

제7항에 있어서,

상기 석회화 분류 모델은,

상기 마스킹된 CT 영상을 상기 석회화 추정 영역의 위치 정보에 기초하여 미리 정의된 클래스(class)로 분류하는 것이고,

상기 미리 정의된 클래스는,

상기 마스킹된 CT 영상에 상기 석회화 추정 영역이 없는 상태를 나타내는 추정하는 제1 클래스, 상기 마스킹된 CT 영상에 축농증 의심 증상이 있는 것을 나타내는 제2 클래스, 상기 마스킹된 CT영상에 상기 석회화 추정 영역이 존재하나, 진균성 부비동염에 의한 것이 아닌 것을 나타내는 제3 클래스, 상기 CT 영상에 진균성 부비동염에 의한 상기 석회화 추정 영역이 있는 것을 나타내는 제4 클래스 및 상기 CT 영상에서 인공물이 발견되거나 에러인 경우를 나타내는 제5 클래스는 포함하는,

검출 방법.

청구항 12

제7항에 있어서,

상기 관심 영역 추출 모델은 3D Unet 모델이고,

상기 석회화 영역 검출 모델은 YOLO 모델이고,

상기 석회화 분류 모델은 efficientNet 모델인,

검출 방법.

청구항 13

하드웨어와 결합되어 제7항 내지 제12항 중 어느 하나의 항의 방법을 실행시키기 위하여 컴퓨터 판독 가능한 기록매체에 저장된 컴퓨터 프로그램.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 아래 개시는 진균성 부비동염 검출 장치 및 검출 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0003] 부비동염은 공기 순환 장애 등의 복합적인 요인으로 인해 부비동(sinusitis)에 염증이 발생하여 염증이 차는 현상이다. 진균성 부비동염은 부비동염을 일으키는 요인 중 진균에 의해 발생하는 부비동염이다. 진균성 부비동염은 진균구, 만성 침습형 진균성 부비동염, 급성 전격형 진균성 부비동염 및 알레르기성 진균성 부비동염으로 구분된다.

발명의 내용

과제의 해결 수단

[0005] 일 실시예에 따른 진균성 부비동염의 검출을 위한 검출 장치는, 실행 가능한 명령어들을 저장하는 메모리 및 프로세서를 포함하고, 상기 프로세서에 의해 상기 실행 가능한 명령어가 실행되는 경우, 상기 검출 장치는 관심 영역 추출 모델에 CT(computer tomography) 영상을 입력하여 상기 관심 영역 추출 모델로부터 상기 CT 영상 내 관심 영역과 상기 관심 영역이 아닌 나머지 영역이 구분된 마스크 영상을 획득하고, 상기 CT 영상과 상기 마스크 영상을 이용하여 상기 CT 영상에서 상기 관심 영역에 대응하는 대응 영역만 나타난 마스크된 CT 영상(masked CT image)을 획득하고, 석회화(calcification) 영역 검출 모델에 상기 마스크된 CT 영상을 입력하여 상기 석회화 영역 검출 모델로부터 상기 마스크된 CT 영상에서 석회화 추정 영역을 추출하고, 석회화 분류 모델에 상기 마스크된 CT 영상 및 상기 추출된 석회화 추정 영역의 위치 정보를 입력하여 상기 석회화 분류 모델로부터 상기 석회화 추정 영역에 대한 분류 결과를 획득할 수 있다.

[0006] 상기 프로세서는, 커널 변환(kernel conversion)을 이용하여 상기 입력된 CT 영상의 특성을 나타내는 영상 지표를 변환할 수 있다.

[0007] 상기 관심 영역 추출 모델은, 상기 CT 영상에서 관심 영역을 추출하고, 상기 CT 영상 중 상기 관심 영역이 아닌 나머지 영역이 구분되도록 상기 나머지 영역의 픽셀 값을 조정하여 상기 마스크된 CT 영상을 생성하는 모델일 수 있다.

[0008] 상기 석회화 영역 검출 모델은, 상기 마스크된 CT 영상의 상기 관심 영역 내에서 석회화 영역이라고 추정되는 석회화 추정 영역의 위치를 검출하는 것일 수 있다.

[0009] 상기 석회화 분류 모델은, 상기 마스크된 CT 영상 및 상기 석회화 추정 영역의 위치 정보에 기초하여 상기 석회화 추정 영역에 나타난 객체를 미리 정의된 클래스들 중 어느 하나로 분류하는 모델이고, 상기 미리 정의된 클래스들은 비-석회화 영역에 대응하는 제1 클래스, 축농증 의심 영역에 대응하는 제2 클래스, 진균성 부비동염에 의한 것이 아닌 석회화 영역에 대응하는 제3 클래스 및 진균성 부비동염에 의한 석회화 영역에 대응하는 제4 클래스를 포함할 수 있다.

[0010] 상기 관심 영역 추출 모델은, 3D Unet 모델이고, 상기 석회화 영역 검출 모델은 YOLO 모델이고, 상기 석회화 분류 모델은 efficientNet 모델일 수 있다.

[0011] 일 실시예에 따른 진균성 부비동염 검출을 위한 검출 방법은, 관심 영역 추출 모델에 CT 영상을 입력하여 상기 관심 영역 추출 모델로부터 상기 CT 영상 내 관심 영역과 상기 관심 영역이 아닌 나머지 영역이 구분된 마스크 영상을 획득하는 동작, 상기 CT 영상과 상기 마스크 영상을 이용하여 상기 CT 영상에서 상기 관심 영역에 대응하는 대응 영역만 나타난 마스크된 CT 영상(masked CT image)을 획득하는 동작, 석회화(calcification) 영역

검출 모델에 상기 마스킹된 CT 영상을 입력하여 상기 석회화 영역 검출 모델로부터 상기 마스킹된 CT 영상에서 석회화 추정 영역을 추출하는 동작, 석회화 분류 모델에 상기 마스킹된 CT 영상 및 상기 추출된 석회화 추정 영역의 위치 정보를 입력하여 상기 석회화 분류 모델로부터 상기 석회화 추정 영역에 대한 분류 결과를 획득하는 동작 및 상기 분류 결과를 기초로 진균성 부비동염 여부를 결정하는 동작을 포함할 수 있다.

[0012] 상기 검출 방법은, 커널 변환(kernel conversion)을 이용하여 상기 입력된 CT 영상의 특성을 나타내는 영상 지표를 변환하는 동작을 더 포함할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0014] 도 1은 일 실시예에 따른 진균성 부비동염의 검출 장치를 설명하기 위한 블록도이다.
 도 2는 일 실시예에 따른 검출 장치의 모델들을 학습시키기 위한 학습 장치를 설명하기 위한 블록도이다.
 도 3a 및 도 3b는 일 실시예에 따른 검출 장치의 관심 영역 추출 모델을 설명하기 위한 도면들이다.
 도 4는 일 실시예에 따른 검출 장치의 석회화 영역 검출 모델을 설명하기 위한 도면이다.
 도 5는 일 실시예에 따른 검출 장치의 석회화 분류 모델을 설명하기 위한 도면이다.
 도 6은 일 실시예에 따른 진균성 부비동염의 검출 방법의 동작들을 설명하기 위한 흐름도이다.
 도 7은 일 실시예에 따른 검출 장치의 모델들을 학습시키는 학습 방법의 동작들을 설명하기 위한 흐름도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0015] 실시예들에 대한 특정한 구조적 또는 기능적 설명들은 단지 예시를 위한 목적으로 개시된 것으로서, 다양한 형태로 변경되어 구현될 수 있다. 따라서, 실제 구현되는 형태는 개시된 특정 실시예로만 한정되는 것이 아니며, 본 명세서의 범위는 실시예들로 설명한 기술적 사상에 포함되는 변경, 균등물, 또는 대체물을 포함한다.

[0016] 제1 또는 제2 등의 용어를 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 이런 용어들은 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만 해석되어야 한다. 예를 들어, 제1 구성요소는 제2 구성요소로 명명될 수 있고, 유사하게 제2 구성요소는 제1 구성요소로도 명명될 수 있다.

[0017] 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 "연결되어" 있다고 언급된 때에는, 그 다른 구성요소에 직접적으로 연결되어 있거나 또는 접속되어 있을 수도 있지만, 중간에 다른 구성요소가 존재할 수도 있다고 이해되어야 할 것이다.

[0018] 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 문서에서, "A 또는 B", "A 및 B 중 적어도 하나", "A 또는 B 중 적어도 하나", "A, B 또는 C", "A, B 및 C 중 적어도 하나", 및 "A, B, 또는 C 중 적어도 하나"와 같은 문구들 각각은 그 문구들 중 해당하는 문구에 함께 나열된 항목들 중 어느 하나, 또는 그들의 모든 가능한 조합을 포함할 수 있다. 본 명세서에서, "포함하다" 또는 "가지다" 등의 용어는 설명된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것이 존재함으로 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.

[0019] 다르게 정의되지 않는 한, 기술적이거나 과학적인 용어를 포함해서 여기서 사용되는 모든 용어들은 해당 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 일반적으로 이해되는 것과 동일한 의미를 가진다. 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 것과 같은 용어들은 관련 기술의 문맥상 가지는 의미와 일치하는 의미를 갖는 것으로 해석되어야 하며, 본 명세서에서 명백하게 정의하지 않는 한, 이상적이거나 과도하게 형식적인 의미로 해석되지 않는다.

[0020] 본 문서에서 사용되는 '~부'라는 용어는 소프트웨어 또는 FPGA 또는 ASIC과 같은 하드웨어 구성요소를 의미하며, '~부'는 어떤 역할들을 수행한다. 그렇지만, '~부'는 소프트웨어 또는 하드웨어에 한정되는 의미는 아니다. '~부'는 어드레싱할 수 있는 저장 매체에 있도록 구성될 수도 있고 하나 또는 그 이상의 프로세서들을 재생시키도록 구성될 수도 있다. 예를 들어, '~부'는 소프트웨어 구성요소들, 객체지향 소프트웨어 구성요소들, 클래스 구성요소들 및 태스크 구성요소들과 같은 구성요소들과, 프로세스들, 함수들, 속성들, 프로시저들, 서브루틴들, 프로그램 코드의 세그먼트들, 드라이버들, 펌웨어, 마이크로코드, 회로, 데이터, 데이터베이스

이스, 데이터 구조들, 테이블들, 어레이들, 및 변수들을 포함할 수 있다. 구성요소들과 '~부'들 안에서 제공되는 기능은 더 작은 수의 구성요소들 및 '~부'들로 결합되거나 추가적인 구성요소들과 '~부'들로 더 분리될 수 있다. 뿐만 아니라, 구성요소들 및 '~부'들은 디바이스 또는 보안 멀티미디어카드 내의 하나 또는 그 이상의 CPU들을 재생시키도록 구현될 수도 있다. 또한, '~부'는 하나 이상의 프로세서를 포함할 수 있다.

[0021] 부비동은 얼굴의 뼈 속에 속이 비어 있는 공간이다. 부비동은 전두동(front sinus), 사골동(ethmoidal sinus), 접형동(sphenoidal sinus) 및 상악동(maxillary sinus)으로 구분될 수 있다. 진균성 부비동염(fungal sinusitis)은 진균(예: 곰팡이균)에 의해 부비동에 염증이 발생하여 염증이 차는 현상이고, 축농증이라 불린다. 비부비동염(rhinosinusitis)은 비강 및 부비동에 발생하는 염증을 통칭하는 용어이다. 비부비동염은 염증의 발생 위치에 따라 비부비동염과 부비동염으로 나뉘고, 비부비동염은 급성과 만성으로 나뉠 수 있다. 진균성 부비동염은 진균구, 만성 침습형 진균성 부비동염, 급성 전격형 진균성 부비동염 및 알레르기성 진균성 부비동염으로 나뉠 수 있다. 진균성 부비동염은 CT 영상에서 발견될 수 있다. CT 영상에서 진균성 부비동염에 의한 석회화(calcification)의 흔적이 보일 수 있다. 일반적으로, 부비동염은 부비동의 상에서 좌우 대칭으로 발생하지 않는다. 진균성 부비동염은 말초신경계(peripheral nervous system; PNS) CT또는 뇌 CT 촬영 뒤 전문의 판독을 통해 확인될 수 있지만, 진균성 부비동염만을 진단하기 위한 CT 촬영은 이루어지지 않는다. 진균성 부비동염은 다른 질환을 찾아내기 위한 두경부 CT 촬영 과정에서 추가적으로 판독되는 경우가 많다. 진균성 부비동염이 발견되는 경우, 부비동염이 발견된 환자의 예후가 좋지 않으므로 빠른 치치가 필요하다.

[0022] 진균성 부비동염을 검출하기 위한 검출 장치(예: 도 1의 검출 장치(100))는 두경부 CT에서 진균성 부비동염(Fungal sinusitis)을 자동으로 검출할 수 있다. 검출 장치는 전반적인 두경부 CT 촬영 과정에서 진균성 부비동염을 발견하여 경고 알람을 줄 수 있다. 이하, 실시예들을 첨부된 도면들을 참조하여 상세하게 설명한다. 첨부 도면을 참조하여 설명함에 있어, 도면 부호에 관계없이 동일한 구성 요소는 동일한 참조 부호를 부여하고, 이에 대한 중복되는 설명은 생략하기로 한다.

[0024] 도 1은 일 실시예에 따른 진균성 부비동염의 검출 장치를 설명하기 위한 블록도이다.

[0025] 도 1을 참조하면, 검출 장치(100)는 진균성 부비동염을 검출하는 장치이다. 검출 장치(100)는 진균성 부비동염을 검출하기 위해 데이터(예: CT 영상)를 입력받고, 입력된 데이터를 미리 정의된 클래스로 분류할 수 있다. 검출 장치(100)는 진균성 부비동염을 검출하기 위해 데이터 전처리부(110), 관심 영역 추출 모델(120), 석회화 영역 검출 모델(130), 석회화 분류 모델(140) 및 진균성 부비동염 검출부(150)를 포함할 수 있다.

[0026] 일 실시예에 따른 데이터 전처리부(110)는 검출 장치(100)에 입력된 데이터를 전처리하여 CT 스캐너와 촬영 프로토콜 간의 호환성을 높일 수 있다. 예를 들어, 데이터 전처리부(110)는 커널 변환(kernel conversion)을 이용하여 입력된 CT 영상의 특성을 나타내는 영상 지표를 변환하여 CT 스캐너와 촬영 프로토콜 간의 호환성을 높일 수 있다. 병원의 CT 스캐너와 촬영 프로토콜이 서로 호환되지 않는 경우, 검출 장치(100)에 포함된 모델들(예: 관심 영역 추출 모델(120), 석회화 영역 검출 모델(130), 석회화 분류 모델(140))의 사용이 제한될 수 있다.

[0027] 데이터 전처리부(110)는 다양한 CT 스캐너를 통해 촬영된 CT 영상을 전처리하여 검출 장치(100)의 범용성을 높일 수 있다. 커널 변환 방식 중 소프트 커널(soft kernel) 변환 방식은 말초 신경계 CT(PNS CT) 영상에서 경계 모양(edge shape) 및 임의의 모양(arbitrary shape)을 찾아내는 것에 취약하다. 검출 장치(100)가 말초 신경계 CT(PNS CT) 및 두경부에 대한 다양한 종류의 CT 영상을 사용할 수 있도록, 데이터 전처리부(110)는 커널 변환(kernel conversion)을 사용할 수 있다. 데이터 전처리부(110)는 커널 변환을 통해 CT 영상의 특성을 나타내는 영상 지표를 변환하여 다중 CT 프로토콜 간의 호환성을 높일 수 있다.

[0028] 일 실시예에 따른 관심 영역 추출 모델(120)은 CT 영상을 이용하여 마스크 영상을 획득할 수 있다. 마스크 영상은 CT 영상 내 관심 영역과 관심 영역이 아닌 나머지 영역이 구분된 영상이다. 관심 영역 추출 모델(120)은 CT 영상과 마스크 영상을 이용하여 CT 영상에서 관심 영역에 대응하는 대응 영역만 나타난 마스킹된 CT 영상을 획득할 수 있다. 일 실시예에 따른 관심 영역 추출 모델(120)은 3D Unet 모델일 수 있다. 관심 영역 추출 모델(120)이 마스킹된 CT 영상을 획득하는 것은 도 3a 및 도 3b에서 상세히 설명하도록 한다.

[0029] 일 실시예에 따른 석회화 영역 검출 모델(130)은 마스킹된 CT 영상에서 석회화 추정 영역을 추출할 수 있다. 예를 들어, 석회화 영역 검출 모델(130)은 진균성 부비동염에 의한 석회화가 있는 것으로 추정되는 영역을 표시(예: 바운딩 박스)하여 석회화 추정 영역을 추출할 수 있다. 석회화 영역 검출 모델(130)은 YOLO 모델일 수 있다.

다. 석회화 영역 검출 모델(130)이 석회화 추정 영역을 추출 하는 것은 도 4에서 상세히 설명하도록 한다.

- [0030] 일 실시예에 따른 석회화 분류 모델(140)은 석회화 추정 영역을 분류할 수 있다. 석회화 분류 모델(140)은 마스킹된 CT 영상 및 추출된 석회화 추정 영역의 위치 정보를 기초로 석회화 추정 영역에 대한 분류 결과를 출력할 수 있다. 검출 장치(100)는 분류 결과에 기초하여 부비동염의 여부 및 진균성 부비동염 여부를 검출 할 수 있다. 석회화 분류 모델(140)은 efficientNet 모델일 수 있다. 석회화 분류 모델(140)이 석회화 추정 영역을 분류하는 것은 도 5에서 상세히 설명하도록 한다.
- [0032] 도 2는 일 실시예에 따른 검출 장치의 모델들을 학습시키기 위한 학습 장치를 설명하기 위한 블록도이다.
- [0033] 도 2를 참조하면, 학습 장치(200)는 진균성 부비동염을 검출하기 위한 검출 장치에 포함된 모델들(예: 도 1의 관심 영역 추출 모델(120), 석회화 영역 검출 모델(130), 석회화 분류 모델(140))을 학습시킬 수 있다. 학습 장치(200)는 데이터 전처리부(210), 제1 학습부(220), 제2 학습부(230) 및 제3 학습부(240)를 포함할 수 있다.
- [0034] 일 실시예에 따른 데이터 전처리부(210)는 입력된 학습 영상을 전처리하여 학습 장치(200)의 호환성을 향상시킬 수 있다. 데이터 전처리부(210)가 학습 영상을 전처리 하는 동작은 도 1의 검출 장치(100)에 포함된 데이터 전처리부(110)의 동작과 동일하므로, 이하 설명을 생략하도록 한다.
- [0035] 일 실시예에 따른 제1 학습부(220)는 관심 영역 추출 모델(예: 도 1의 관심 영역 추출 모델(120))을 학습시킬 수 있다. 예를 들어, 제1 학습부(220)는 학습 영상에서 관심 영역과 상기 관심 영역이 아닌 나머지 영역이 구분된 마스크 영상을 이용하여 관심 영역 추출 모델을 학습시킬 수 있다. 제1 학습부는 학습 영상, 마스크 영상 및 학습 영상에서 관심 영역에 대응하는 대응 영역만 나타낸 마스킹된 학습 영상을 이용하여 관심 영역 추출 모델을 학습시킬 수 있다.
- [0036] 일 실시예에 따른 제2 학습부(230)는 석회화 영역 검출 모델(예: 도 1의 석회화 영역 검출 모델(130))을 학습시킬 수 있다. 예를 들어, 제2 학습부(230)는 마스킹된 학습 영상을 이용하여 석회화 추정 영역을 추출하는 석회화 영역 검출 모델을 학습시킬 수 있다.
- [0037] 일 실시예에 따른 제3 학습부(240)는 석회화 분류 모델(예: 도 1의 석회화 분류 모델(140))을 학습시킬 수 있다. 예를 들어, 제3 학습부(240)는 마스킹된 학습 영상 및 추출된 석회화 추정 영역의 위치 정보를 이용하여 석회화 추정 영역에 대한 분류 결과를 획득하는 석회화 분류 모델을 학습시킬 수 있다.
- [0039] 도 3a 및 도 3b는 일 실시예에 따른 검출 장치의 관심 영역 추출 모델을 설명하기 위한 도면이다. 도 3a 및 도 3b를 참조하면, 관심 영역 추출 모델(120)은 입력된 CT 영상을 이용하여 마스크 영상을 획득하고, CT 영상과 마스크 영상을 이용하여 마스킹된 CT 영상을 획득할 수 있다.
- [0040] 도 3a는 일 실시예에 따른 관심 영역 추출 모델(120)이 입력된 CT 영상(310)으로부터 관심 영역(321)이 추출된 마스크 영상(320)을 출력하는 것을 설명하기 위한 도면이다. 관심 영역 추출 모델(120)은 입력된 CT 영상(310)에서 관심 영역에 대응되는 영역만을 나타낸 관심 영역(321)을 추출할 수 있다. 예를 들어, 관심 영역 추출 모델(120)은 입력된 CT 영상(310)에 대하여 인코딩 및 디코딩 과정을 거쳐 관심 영역(321)을 추출한 마스크 영상(320)을 출력할 수 있다.
- [0041] 일 실시예에 따른 관심 영역 추출 모델(120)은 상악동 영역을 포함하는 CT 영상(310)의 3차원 체적(3D volume) 전체를 하나의 데이터로 입력 받는 3D Unet모델일 수 있다. 3D Unet모델 은 3차원 체적에 관한 데이터를 이용하므로 관심영역의 구조와 패턴의 인식에 있어서 2D Unet모델 보다 우수한 성능을 보일 수 있다. 3D Unet모델은 CT 영상(310)의 데이터 간의 슬라이스 두께(slice thickness), 픽셀 스페이싱(pixel spacing)등 공간적 이방성(anisotropy) 문제를 효과적으로 해결할 수 있다. 관심 영역을 추출하기 위해, 3D Unet 아키텍처(architecture) 상의 활성화 함수 적용 전단계에서 배치 정규화(batch normalization)가 도입될 수 있고, 활성화 함수로 ReLU가 채택될 수 있다.
- [0042] 도 3b는 일 실시예에 따른 관심 영역 추출 모델(120)이 CT 영상(310) 중 관심 영역(330)이 아닌 나머지 영역이 구분되도록 나머지 영역의 픽셀 값을 조정하여 마스킹된 CT 영상(330)을 생성하는 것을 설명하기 위한 도면이다. 관심 영역 추출 모델(120)은 CT 영상(310) 및 마스크 영상(320)을 이용하여 관심 영역(331)과 관심

영역(331)이 아닌 영역이 구분되는 마스킹된 CT 영상(330)을 생성할 수 있다. 예를 들어, 관심 영역 추출 모델(120)은 CT 영상(310)에서 관심 영역(321)이 아닌 나머지 영역에 대응되는 픽셀 값을 조정(예: 대응되는 픽셀 값을 “0” 으로 조정)하여, 마스킹된 CT 영상(330)을 생성할 수 있다. 마스킹된 CT 영상(330) 및 마스킹된 CT 영상(330)에 포함된 관심 영역(331)은 3차원 영상일 수 있다.

[0044] 도 4는 일 실시예에 따른 검출 장치의 석회화 영역 검출 모델을 설명하기 위한 도면이다.

[0045] 도 4를 참조하면, 석회화 검출 모델(130)은 석회화 추정 영역의 위치(421)를 검출할 수 있다. 석회화 검출 모델(130)은 마스킹된 CT 영상의 2D 슬라이스 영상의 관심 영역(411) 내에서 석회화 영역이라고 추정되는 석회화 추정 영역(412)의 위치를 검출할 수 있다. 석회화 영역 검출 모델(130)은 검출된 석회화 추정 영역(412)을 다른 영역과 구별되게 나타낼 수 있다. 예를 들어, 석회화 영역 검출 모델(130)은 석회화 추정 영역(412)을 바운딩 박스(421)를 이용하여 나타낼 수 있다. 석회화 영역 검출 모델(130)은 마스킹된 CT 영상(320)을 이차원 슬라이스(2D slice)영상(410)으로 분리하고, 분리된 영상에서 석회화 추정 영역(412)의 좌표 정보를 기초로 바운딩 박스(421)를 생성할 수 있다. 일 실시예에 따른 석회화 영역 검출 모델(130)은 YOLO 모델(예: YOLO v5 모델)일 수 있다. YOLO 모델은 하나의 컨볼루션 신경망(convolutional neural network; CNN) 및 완전 연결 계층의 구조를 가질 수 있다. YOLO 모델은 위 구조의 특성으로 인해 한번의 계산으로 CT 영상 내의 여러 클래스에 대한 바운딩 박스를 출력하고 확률을 예측 할 수 있다. YOLO 모델은 CT 영상의 처리 속도가 빠르고 다른 모델들에 비해 낮은 거짓 긍정(false positive) 수치를 나타낸다.

[0047] 도 5는 일 실시예에 따른 검출 장치의 석회화 분류 모델을 설명하기 위한 도면이다.

[0048] 도 5를 참조하면, 석회화 분류 모델(140)은 석회화 추정 영역에 나타난 대상을 분류할 수 있다. 석회화 분류 모델(140)은 마스킹된 CT 영상(510) 및 석회화 추정 영역의 위치 정보에 기초하여 석회화 추정 영역에 나타난 대상을 미리 정의된 클래스들 중 어느 하나로 분류할 수 있다. 일 실시예에 따른 석회화 분류 모델(140)은 EfficientNet 모델(예: EfficientNet-B0)일 수 있다. 석회화 분류 모델(140)은 마스킹된 CT 영상(510)을 이차원 이미지로 슬라이스하고, 각 슬라이스 이미지를 분류할 수 있다.

표 1

슬라이스	클래스
1	4
2	0
3	1

[0049]

[0050] 예를 들어, 상기 표 1에서와 같이 석회화 분류 모델(140)은 각 슬라이스 이미지를 미리 정의된 클래스로 분류할 수 있다. 일 실시예에 따른 미리 정의된 클래스들은, 비-석회화 영역에 대응하는 제1 클래스, 축농증 의심 영역에 대응하는 제2 클래스, 진균성 부비동염에 의한 것이 아닌 석회화 영역에 대응하는 제3 클래스 및 진균성 부비동염에 의한 석회화 영역에 대응하는 제4 클래스를 포함할 수 있다. 예를 들어, 1번 슬라이스 이미지가 클래스 4로 분류된 경우, 1번 슬라이스 이미지는 석회화 영역이 포함된 것으로 추정될 수 있다.

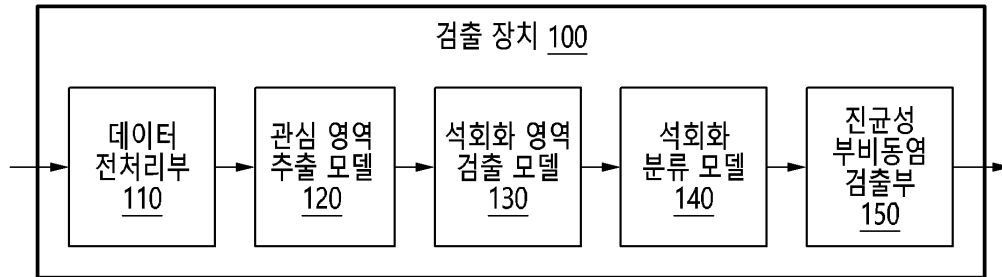
[0052] 도 6은 일 실시예에 따른 진균성 부비동염의 검출 방법의 동작들을 설명하기 위한 흐름도이다. 진균성 부비동염을 검출하는 검출 방법의 동작들은 검출 장치(예: 도 1의 검출 장치(100))에 의하여 수행될 수 있다.

- [0053] 동작(610)에서, 검출 장치는 CT 영상의 특성을 변환할 수 있다. 예를 들어, 검출 장치는 커널 변환(kernel conversion)을 이용하여 입력된 CT 영상의 특성을 나타내는 영상 지표를 변환할 수 있다. 검출 장치는 CT 영상의 특성을 변환하는 전처리를 수행함으로써 검출 장치의 호환성을 높일 수 있다.
- [0054] 동작(620)에서, 검출 장치는 관심 영역 추출 모델(예: 도 1의 관심 영역 추출 모델(120))을 이용하여 관심 영역과 관심 영역이 아닌 영역이 구분되는 마스크 영상(예: 도 3a의 마스크 영상(320))을 획득할 수 있다. 예를 들어, 검출 장치는 관심 영역 추출 모델에 CT 영상을 입력하여 마스크 영상을 획득할 수 있다. 마스크 영상은 CT 영상 내 관심 영역과 관심 영역이 아닌 나머지 영역이 구분된 영상이다.
- [0055] 동작(630)에서, 검출 장치는 CT 영상 및 마스크 영상을 이용하여 마스크된 CT 영상(예: 도 3b의 마스크된 CT 영상(330))을 획득할 수 있다. 예를 들어, 검출 장치는 관심 영역 추출 모델에 CT 영상과 마스크 영상을 입력하여 마스크된 CT 영상을 획득할 수 있다. 마스크된 CT 영상은 관심 영역 추출 모델로부터 CT 영상에서 관심 영역에 대응하는 대응 영역만 나타난 영상이다. 검출 장치는 관심 영역 추출 모델을 이용하여 CT 영상에서 관심 영역을 추출하고, CT 영상 중 관심 영역이 아닌 나머지 영역이 구분되도록 상기 나머지 영역의 픽셀 값을 조정(예: 나머지 영역의 픽셀 값을 “0”으로 조정)하여 마스크된 CT 영상을 생성할 수 있다.
- [0056] 동작(640)에서, 검출 장치는 석회화 영역 검출 모델(예: 도 1의 석회화 영역 검출 모델(130))을 이용하여 석회화 추정 영역을 추출할 수 있다. 예를 들어, 검출 장치는 석회화 영역 검출 모델에 마스크된 CT 영상을 입력하여 마스크된 CT 영상에서 석회화 추정 영역(예: 도 4의 석회화 추정 영역(421))을 추출할 수 있다. 검출 장치는 석회화 영역 검출 모델로부터 마스크된 CT 영상의 석회화 영역으로 추정되는 석회화 추정 영역의 위치 정보에 기초하여 석회화 영역을 획득하고, 석회화 영역에 대한 영역 표시를 기초로 석회화 추정 영역을 추출할 수 있다.
- [0057] 동작(650)에서, 검출 장치는 석회화 분류 모델(예: 도 1의 석회화 분류 모델(140))을 이용하여 석회화 추정 영역에 대한 분류 결과를 획득할 수 있다. 예를 들어, 검출 장치는 석회화 분류 모델에 마스크된 CT 영상(예: 도 5의 마스크된 CT 영상(510)) 및 추출된 석회화 추정 영역의 위치 정보를 입력하여 석회화 분류 모델로부터 석회화 추정 영역에 대한 분류 결과를 획득할 수 있다. 일 실시예에 따른 검출 장치는 마스크된 CT 영상을 석회화 추정 영역의 위치 정보에 기초하여 미리 정의된 클래스(class)로 분류하는 석회화 분류 모델을 이용하여 분류 결과를 획득할 수 있다. 미리 정의된 클래스는 마스크된 CT 영상에 석회화 추정 영역이 없는 상태를 나타내는 추정하는 제1 클래스, 마스크된 CT 영상에 축농증 의심 증상이 있는 것을 나타내는 제2 클래스, 마스크된 CT 영상에 석회화 추정 영역이 존재하나, 진균성 부비동염에 의한 것이 아닌 것을 나타내는 제3 클래스 및 CT 영상에 진균성 부비동염에 의한 석회화 추정 영역이 있는 것을 나타내는 제4 클래스를 포함할 수 있다.
- [0058] 동작(660)에서, 검출 장치는 분류된 결과를 기초로 진균성 부비동염 여부를 검출할 수 있다. 예를 들어, 검출 장치는 석회화 분류 모델을 통해 제4 클래스를 포함하는 분류 결과를 획득하여 진균성 부비동염을 검출할 수 있다.
- [0060] 도 7은 일 실시예에 따른 검출 장치의 모델들을 학습시키는 학습 방법의 동작들을 설명하기 위한 흐름도이다. 검출 장치의 모델들을 학습시키는 학습 방법의 동작들은 학습 장치에 의하여 수행될 수 있다.
- [0061] 동작(710)에서, 학습 장치는 학습 영상의 특성을 변환할 수 있다. 예를 들어, 학습 장치는 커널 변환(kernel conversion)을 이용하여 입력된 학습 영상의 특성을 나타내는 영상 지표를 변환할 수 있다. 학습 장치는 학습 영상의 특성을 변환하는 전처리를 수행함으로써 학습 장치의 호환성을 높일 수 있다.
- [0062] 동작(720)에서, 학습 장치는 마스크 영상을 이용하여 관심 영역 추출 모델(예: 도 1의 관심 영역 추출 모델(120))을 학습시킬 수 있다. 예를 들어 학습 장치는 학습 영상에서 관심 영역과 관심 영역이 아닌 나머지 영역이 구분된 마스크 영상을 이용하여 관심 영역 추출 모델을 학습시킬 수 있다.
- [0063] 동작(730)에서, 학습 장치는 마스크 영상을 이용하여 학습 영상에서 마스크된 학습 영상을 획득할 수 있다.
- [0064] 동작(740)에서, 학습 장치는 마스크된 학습 영상을 이용하여 석회화 영역 검출 모델(예: 도 1의 석회화 영역 검출 모델(130))을 학습시킬 수 있다. 예를 들어, 학습 장치는 진균성 부비동염에 의한 석회화가 있는 것으로 추정되는 영역을 바운딩 박스로 표시한 마스크된 학습 영상을 이용하여 석회화 영역 검출 모델을 학습시킬 수 있다.

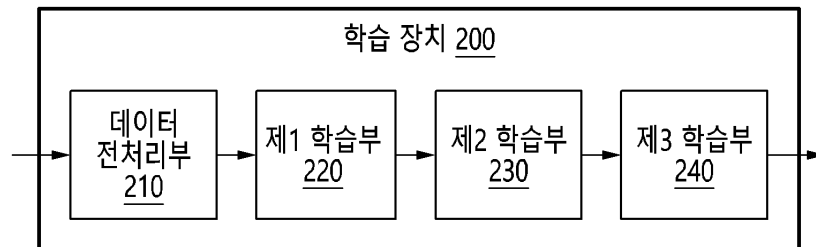
- [0065] 동작(750)에서, 학습 장치는 마스킹된 학습 영상 및 석회화 추정 영역의 위치 정보를 이용하여 석회화 분류 모델을 학습 시킬 수 있다. 예를 들어, 학습 장치는 마스킹된 학습 영상 및 추출된 석회화 추정 영역의 위치 정보를 이용하여 석회화 추정 영역에 대한 분류 결과를 획득하는 석회화 분류 모델을 학습시킬 수 있다.
- [0066] 석회화 검출은 유방암, 갑상선암, 폐질환 등 다양한 질환을 진단할 수 있는 핵심 증상 중 하나이고, 석회화 검출을 통해 유방암, 갑상선암 및 폐질환 등의 암진단 및 혈관 질환의 의학적 판단에 사용될 수 있다. 진균성 부비동염을 검출하기 위한 검출 장치의 석회화 진단 알고리즘은 낮은 감쇄를 보이는 공기, 지방 등에 관련된 질환을 진단하는 알고리즘으로 전환될 수 있어 다양한 분야에 적용될 수 있다.
- [0068] 이상에서 설명된 실시예들은 하드웨어 구성요소, 소프트웨어 구성요소, 및/또는 하드웨어 구성요소 및 소프트웨어 구성요소의 조합으로 구현될 수 있다. 예를 들어, 실시예들에서 설명된 장치, 방법 및 구성요소는, 예를 들어, 프로세서, 콘트롤러, ALU(arithmetic logic unit), 디지털 신호 프로세서(digital signal processor), 마이크로컴퓨터, FPGA(field programmable gate array), PLU(programmable logic unit), 마이크로프로세서, 또는 명령(instruction)을 실행하고 응답할 수 있는 다른 어떠한 장치와 같이, 범용 컴퓨터 또는 특수 목적 컴퓨터를 이용하여 구현될 수 있다. 처리 장치는 운영 체제(OS) 및 상기 운영 체제 상에서 수행되는 소프트웨어 애플리케이션을 수행할 수 있다. 또한, 처리 장치는 소프트웨어의 실행에 응답하여, 데이터를 접근, 저장, 조작, 처리 및 생성할 수도 있다. 이해의 편의를 위하여, 처리 장치는 하나가 사용되는 것으로 설명된 경우도 있지만, 해당 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자는, 처리 장치가 복수 개의 처리 요소(processing element) 및/또는 복수 유형의 처리 요소를 포함할 수 있음을 알 수 있다. 예를 들어, 처리 장치는 복수 개의 프로세서 또는 하나의 프로세서 및 하나의 컨트롤러를 포함할 수 있다. 또한, 병렬 프로세서(parallel processor)와 같은, 다른 처리 구성(processing configuration)도 가능하다.
- [0069] 소프트웨어는 컴퓨터 프로그램(computer program), 코드(code), 명령(instruction), 또는 이들 중 하나 이상의 조합을 포함할 수 있으며, 원하는 대로 동작하도록 처리 장치를 구성하거나 독립적으로 또는 결합적으로(collectively) 처리 장치를 명령할 수 있다. 소프트웨어 및/또는 데이터는, 처리 장치에 의하여 해석되거나 처리 장치에 명령 또는 데이터를 제공하기 위하여, 어떤 유형의 기계, 구성요소(component), 물리적 장치, 가상 장치(virtual equipment), 컴퓨터 저장 매체 또는 장치, 또는 전송되는 신호 파(signal wave)에 영구적으로, 또는 일시적으로 구체화(embodiment)될 수 있다. 소프트웨어는 네트워크로 연결된 컴퓨터 시스템 상에 분산되어서, 분산된 방법으로 저장되거나 실행될 수도 있다. 소프트웨어 및 데이터는 컴퓨터 판독 가능 기록 매체에 저장될 수 있다.
- [0070] 실시예에 따른 방법은 다양한 컴퓨터 수단을 통하여 수행될 수 있는 프로그램 명령 형태로 구현되어 컴퓨터 판독 가능 매체에 기록될 수 있다. 컴퓨터 판독 가능 매체는 프로그램 명령, 데이터 파일, 데이터 구조 등을 단독으로 또는 조합하여 저장할 수 있으며 매체에 기록되는 프로그램 명령은 실시예를 위하여 특별히 설계되고 구성된 것들이거나 컴퓨터 소프트웨어 당업자에게 공지되어 사용 가능한 것일 수도 있다. 컴퓨터 판독 가능 기록 매체의 예에는 하드 디스크, 플로피 디스크 및 자기 테이프와 같은 자기 매체(magnetic media), CD-ROM, DVD와 같은 광기록 매체(optical media), 플롭티컬 디스크(floptical disk)와 같은 자기-광 매체(magneto-optical media), 및 롬(ROM), 램(RAM), 플래시 메모리 등과 같은 프로그램 명령을 저장하고 수행하도록 특별히 구성된 하드웨어 장치가 포함된다. 프로그램 명령의 예에는 컴파일러에 의해 만들어지는 것과 같은 기계어 코드뿐만 아니라 인터프리터 등을 사용해서 컴퓨터에 의해서 실행될 수 있는 고급 언어 코드를 포함한다.
- [0071] 위에서 설명한 하드웨어 장치는 실시예의 동작을 수행하기 위해 하나 또는 복수의 소프트웨어 모듈로서 작동하도록 구성될 수 있으며, 그 역도 마찬가지이다.
- [0072] 이상과 같이 실시예들이 비록 한정된 도면에 의해 설명되었으나, 해당 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 이를 기초로 다양한 기술적 수정 및 변형을 적용할 수 있다. 예를 들어, 설명된 기술들이 설명된 방법과 다른 순서로 수행되거나, 및/또는 설명된 시스템, 구조, 장치, 회로 등의 구성요소들이 설명된 방법과 다른 형태로 결합 또는 조합되거나, 다른 구성요소 또는 균등물에 의하여 대치되거나 치환되더라도 적절한 결과가 달성될 수 있다.
- [0073] 그러므로, 다른 구현들, 다른 실시예들 및 특허청구범위와 균등한 것들도 후술하는 특허청구범위의 범위에 속한다.

도면

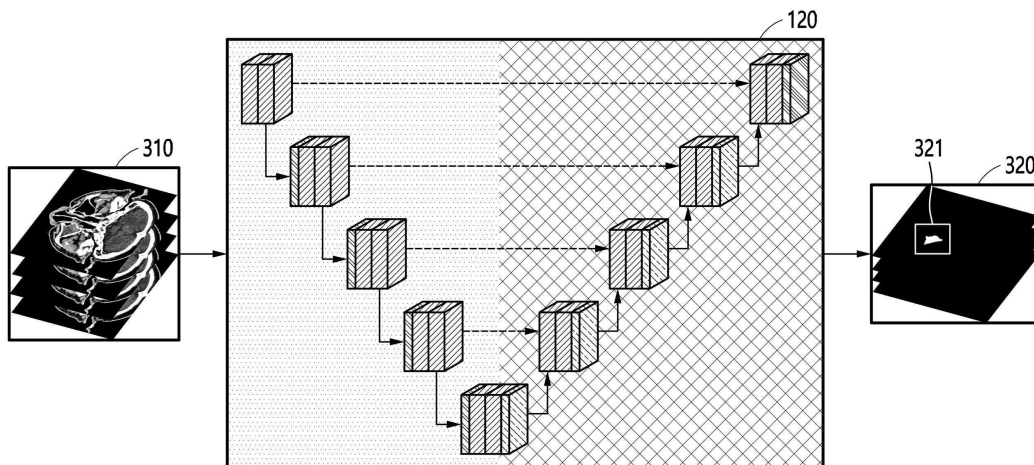
도면1



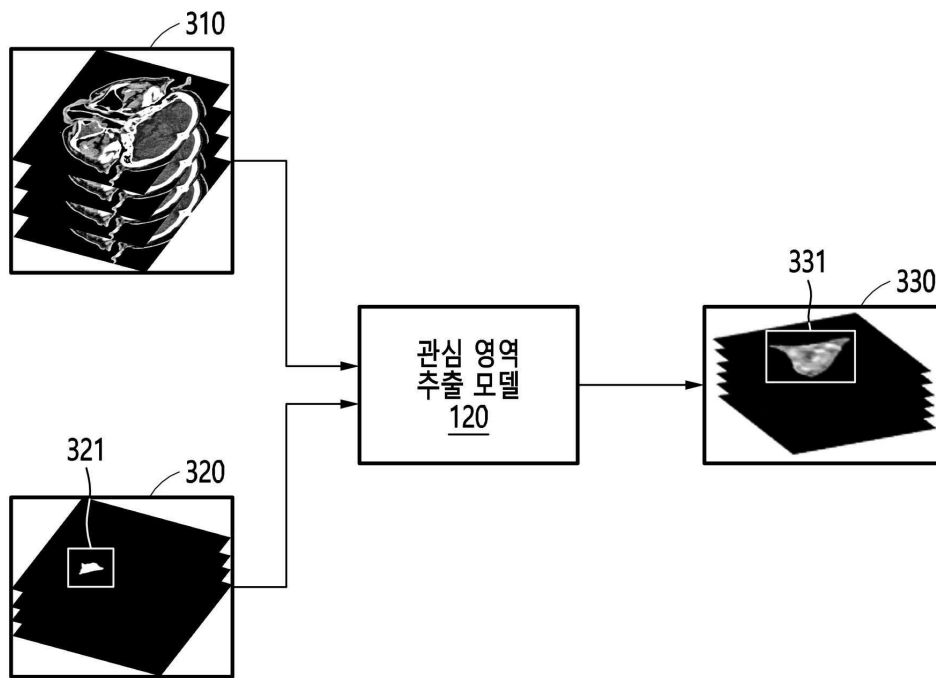
도면2



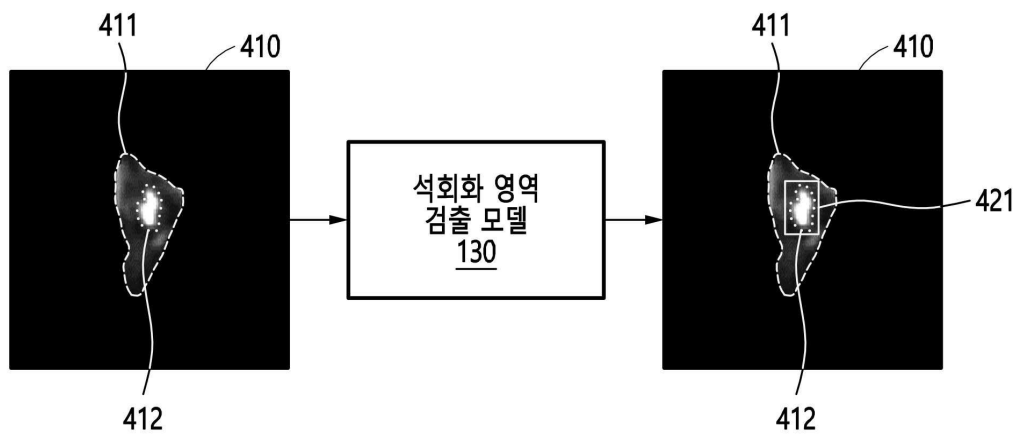
도면3a



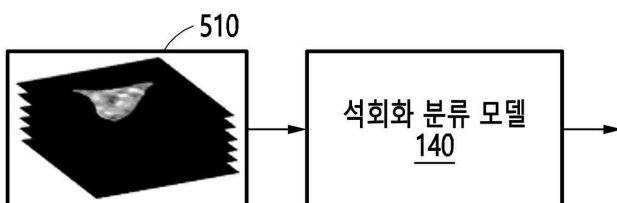
도면3b



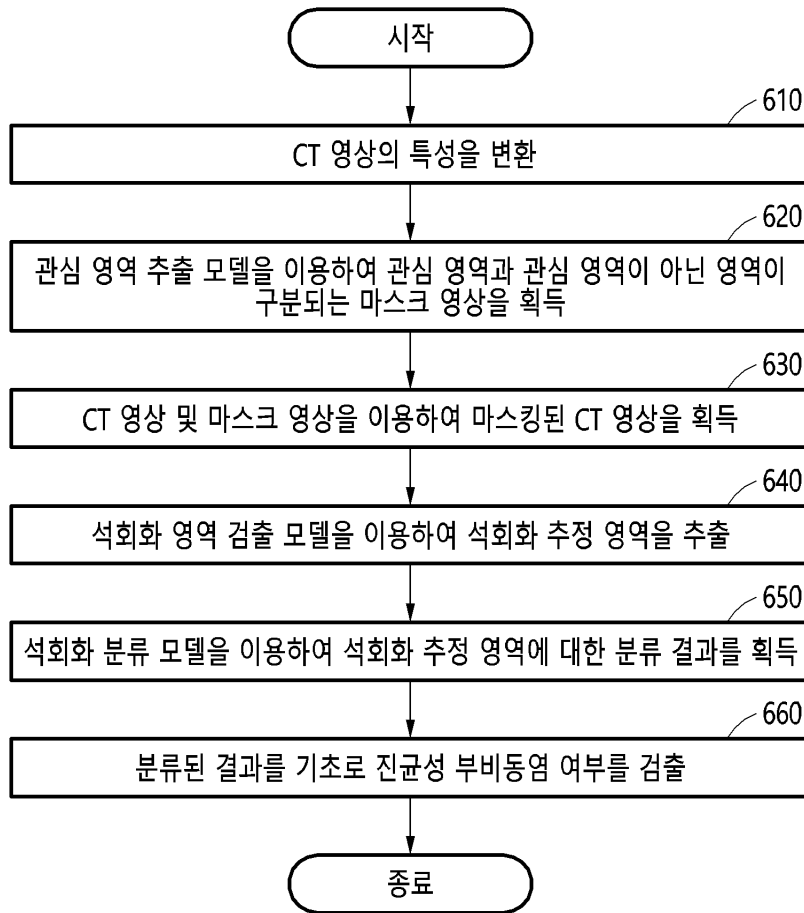
도면4



도면5



도면6



도면7

