



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2021년03월25일
(11) 등록번호 10-2232043
(24) 등록일자 2021년03월19일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G06T 17/10 (2006.01) G06T 15/08 (2011.01)
G06T 7/149 (2017.01)
(52) CPC특허분류
G06T 17/10 (2013.01)
G06T 15/08 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2019-0054123
(22) 출원일자 2019년05월09일
심사청구일자 2019년05월09일
(65) 공개번호 10-2020-0129549
(43) 공개일자 2020년11월18일
(56) 선행기술조사문헌
KR1020140015239 A
(뒷면에 계속)

(73) 특허권자
주식회사 디오
부산광역시 해운대구 센텀서로 66 (우동)
연세대학교 산학협력단
서울특별시 서대문구 연세로 50 (신촌동, 연세대학교)
(72) 발명자
김진철
경상남도 양산시 하북면 서리마을2길 42
김진백
부산광역시 해운대구 세실로 80, 해운대KCC스웨첸
아파트 103-1302 (좌동)
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
특허법인이룸리온

전체 청구항 수 : 총 10 항

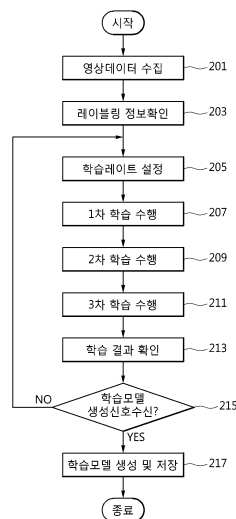
심사관 : 이병우

(54) 발명의 명칭 영상데이터에서 치아와 치조골을 분리하는 모델 생성 방법 및 장치

(57) 요약

본 발명은 영상데이터에서 치아와 치조골을 분리하는 모델 생성 방법 및 장치에 관한 것으로, 복수의 영상데이터를 수집하는 단계, 복수의 영상데이터 중 적어도 하나의 영상데이터에 대한 치아 서브볼륨에 1차 학습을 수행하는 단계, 복수의 영상데이터 중 적어도 하나의 영상데이터에 대한 치아포함 슬라이스에 2차 학습을 수행하는 단계, 복수의 영상데이터에 대한 전체 볼륨에 3차 학습을 수행하는 단계 및 1차 학습 내지 3차 학습에 대한 결과를 기반으로 영상데이터에서 치아와 치조골을 분리하는 학습 모델을 생성하는 단계를 포함하며, 다른 실시 예로도 적용이 가능하다.

대표도 - 도2



(52) CPC특허분류

G06T 7/149 (2017.01)

G06T 2207/20081 (2013.01)

G06T 2207/30036 (2013.01)

(72) 발명자

이철희

경기도 고양시 일산동구 강송로 196, 116동 802호
(마두동, 강촌마을1단지아파트)

이상훈

경기도 수원시 권선구 권광로123번길 29, 202호(권
선동)

(56) 선행기술조사문헌

KR1020150057492 A

KR1020170044610 A

KR1020190004797 A

KR1020170125924 A*

Jun Ma, et al, "Automatic dental root CBCT
image segmentation based on CNN and level set
method." Medical Imaging 2019 Image
Processing. Vol. 10949.(2019.03.15.)*

EP03462373 A1

KR1020170098386 A

KR1020180045551 A

WO2019068741 A2

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

명세서

청구범위

청구항 1

복수의 영상데이터를 수집하는 단계;

제1 학습레이트를 기반으로 상기 복수의 영상데이터에서 확인된 치아 서브볼륨의 1차 학습을 수행하는 단계;

제2 학습레이트를 기반으로 상기 복수의 영상데이터에서 확인된 치아포함 슬라이스의 2차 학습을 수행하는 단계;

제3 학습레이트를 기반으로 상기 복수의 영상데이터인 전체 볼륨의 3차 학습을 수행하는 단계; 및

상기 1차 학습 내지 상기 3차 학습을 포함하는 다차수 학습에 대한 결과를 기반으로 영상데이터에서 치아와 치조골을 분리하는 학습 모델을 생성하는 단계;

를 포함하는 것을 특징으로 하는 영상데이터에서 치아와 치조골을 분리하는 모델 생성 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 복수의 영상데이터를 수집하는 단계 이후에,

상기 제1 학습레이트, 상기 제2 학습레이트 및 상기 제3 학습레이트를 설정하는 단계;

를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 영상데이터에서 치아와 치조골을 분리하는 모델 생성 방법.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 제1 학습레이트, 상기 제2 학습레이트 및 상기 제3 학습레이트를 설정하는 단계는,

상기 제1 학습레이트, 상기 제2 학습레이트 및 상기 제3 학습레이트 중 적어도 두 개의 학습레이트를 동일하게 설정하는 단계인 것을 특징으로 하는 영상데이터에서 치아와 치조골을 분리하는 모델 생성 방법.

청구항 4

제2항에 있어서,

상기 제1 학습레이트, 상기 제2 학습레이트 및 상기 제3 학습레이트를 설정하는 단계는,

상기 제1 및 제2 학습레이트를 동일하게 설정하고, 상기 제3 학습레이트는 상기 제1 및 제2 학습레이트와 상이하게 설정하는 단계인 것을 특징으로 하는 영상데이터에서 치아와 치조골을 분리하는 모델 생성 방법.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 복수의 영상데이터를 수집하는 단계 이후에,

상기 복수의 영상데이터 각각에 대한 레이블링 정보를 확인하는 단계; 및

상기 레이블링 정보를 기반으로, 상기 복수의 영상데이터 각각에서 상기 치아 서브볼륨과 상기 치아포함 슬라이스를 확인하는 단계;

를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 영상데이터에서 치아와 치조골을 분리하는 모델 생성 방법.

청구항 6

복수의 영상데이터를 수신하는 통신부; 및

제1 학습레이트를 기반으로 상기 복수의 영상데이터에서 확인된 치아 서브볼륨의 1차 학습을 수행하고, 제2 학습레이트를 기반으로 상기 복수의 영상데이터에서 확인된 치아포함 슬라이스의 2차 학습을 수행하고, 제3 학습레이트를 기반으로 상기 복수의 영상데이터인 전체 볼륨의 3차 학습을 수행하고, 상기 1차 학습 내지 상기 3차 학습을 포함하는 다차수 학습에 대한 결과를 기반으로 영상데이터에서 치아와 치조골을 분리하는 학습 모델을 생성하는 제어부;

를 포함하는 것을 특징으로 하는 영상데이터에서 치아와 치조골을 분리하는 모델 생성 장치.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 제어부는,

상기 제1 학습레이트, 상기 제2 학습레이트 및 상기 제3 학습레이트를 설정하는 것을 특징으로 하는 영상데이터에서 치아와 치조골을 분리하는 모델 생성 장치.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 제어부는,

상기 제1 학습레이트, 상기 제2 학습레이트 및 상기 제3 학습레이트 중 적어도 두 개의 학습레이트를 동일하게 설정하는 것을 특징으로 하는 영상데이터에서 치아와 치조골을 분리하는 모델 생성 장치.

청구항 9

제7항에 있어서,

상기 제어부는,

상기 제1 및 제2 학습레이트를 동일하게 설정하고, 상기 제3 학습레이트는 상기 제1 및 제2 학습레이트와 상이하게 설정하는 것을 특징으로 하는 영상데이터에서 치아와 치조골을 분리하는 모델 생성 장치.

청구항 10

제9항에 있어서,

상기 제어부는,

상기 복수의 영상데이터 각각에 대한 레이블링 정보를 기반으로 상기 복수의 영상데이터 각각에서 상기 치아 서브볼륨과 상기 치아포함 슬라이스를 확인하는 것을 특징으로 하는 영상데이터에서 치아와 치조골을 분리하는 모델 생성 장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 영상데이터에서 치아와 치조골을 분리하는 모델 생성 방법 및 장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 일반적으로, 임플란트는 본래의 인체조직이 상실되었을 때, 인체조직을 대신할 수 있는 대체물을 의미하며, 특히, 치과에서는 픽스چ어(fixture), 어버트먼트(abutment) 및 크라운(crown)을 포함하는 보철물을 이용하여 인공으로 만든 치아를 실제 치아의 위치에 이식하는 것을 의미한다.

[0003] 치과에서 임플란트 기술은 치조골에 천공을 형성하여 천공에 픽스چ어를 식립하고, 픽스چ어가 치조골에 융착되면 픽스چ어에 어버트먼트 및 크라운을 결합하는 형태로 기술된다. 이러한 임플란트 기술은 신경 손상 등의 문제를 방지하기 위해 임플란트 기술 전에 CBCT(cone beam computed tomography) 영상을 기반으로 임플란트의 식

립 위치, 각도, 깊이 등을 결정함으로써 치아 및 치조골 등의 골조직과 신경관 위치 등의 확인을 선행한다. 이와 같이, 치아와 치조골을 명확하게 분리한 이후에 3차원 영상데이터를 구성하여 임플란트의 정확한 식립을 위한 설계가 가능하다.

[0004] 그러나, 치아 사이, 치아 및 치조골 사이가 서로 맞물려 있는 경우 경계가 모호하거나, CBCT 영상의 특성 상 직진성을 지닌 빛이 도달할 수 없는 보철이 치아에 존재하는 경우 엑스레이가 산란 및 회절되어 CBCT 영상에 노이즈 및 왜곡이 발생하여 치아와 치조골의 분리가 명확하게 수행되지 않는 문제점이 발생한다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 이러한 종래의 문제점을 해결하기 위한 본 발명의 실시 예들은 컨벌루션 신경망(CNN; convolutional neural network)을 이용하여 치아 및 치조골의 경계를 정확하게 분리할 수 있는 영상데이터에서 치아와 치조골을 분리하는 모델 생성 방법 및 장치를 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0006] 본 발명의 실시 예에 따른 영상데이터에서 치아와 치조골을 분리하는 모델 생성 방법은, 복수의 영상데이터를 수집하는 단계, 상기 복수의 영상데이터 중 적어도 하나의 영상데이터에 대한 치아 서버볼륨에 1차 학습을 수행하는 단계, 상기 복수의 영상데이터 중 적어도 하나의 영상데이터에 대한 치아포함 슬라이스에 2차 학습을 수행하는 단계, 상기 복수의 영상데이터에 대한 전체 볼륨에 3차 학습을 수행하는 단계 및 상기 1차 학습 내지 상기 3차 학습에 대한 결과를 기반으로 영상데이터에서 치아와 치조골을 분리하는 학습 모델을 생성하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0007] 또한, 치아 서버볼륨에 1차 학습을 수행하는 단계 이전에, 상기 1차 학습, 2차 학습 및 3차 학습 시에 각각의 학습에 적용할 제1 학습레이트, 제2 학습레이트 및 제3 학습레이트를 설정하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0008] 또한, 제1 학습레이트, 제2 학습레이트 및 제3 학습레이트를 설정하는 단계는, 상기 제1 학습레이트, 제2 학습레이트 및 제3 학습레이트 중 적어도 두 개의 학습레이트를 동일하게 설정하는 단계인 것을 특징으로 한다.

[0009] 또한, 제1 학습레이트, 제2 학습레이트 및 제3 학습레이트를 설정하는 단계는, 상기 제1 및 제2 학습레이트를 동일하게 설정하고, 상기 제3 학습레이트는 상기 제1 및 제2 학습레이트와 상이하게 설정하는 단계인 것을 특징으로 한다.

[0010] 또한, 복수의 영상데이터를 수집하는 단계 이후에, 상기 복수의 영상데이터 각각에 대한 레이블링 정보를 확인하는 단계 및 상기 레이블링 정보를 기반으로, 상기 복수의 영상데이터 각각에서 상기 치아 서버볼륨과 상기 치아포함 슬라이스를 확인하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0011] 아울러, 본 발명의 실시 예에 따른 영상데이터에서 치아와 치조골을 분리하는 모델 생성 장치는, 복수의 영상데이터를 수신하는 통신부 및 상기 복수의 영상데이터 중 적어도 하나의 영상데이터에 대한 치아 서버볼륨과 치아포함 슬라이스에 각각 1차 학습과 2차 학습을 수행하고, 상기 복수의 영상데이터에 대한 전체 볼륨에 3차 학습을 수행하고, 상기 1차 학습 내지 상기 3차 학습에 대한 결과를 기반으로 영상데이터에서 치아와 치조골을 분리하는 학습 모델을 생성하는 제어부를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0012] 또한, 제어부는, 상기 1차 학습, 2차 학습 및 3차 학습 시에 각각의 학습에 적용할 제1 학습레이트, 제2 학습레이트 및 제3 학습레이트를 설정하는 것을 특징으로 한다.

[0013] 또한, 제어부는, 상기 제1 학습레이트, 제2 학습레이트 및 제3 학습레이트 중 적어도 두 개의 학습레이트를 동일하게 설정하는 것을 특징으로 한다.

[0014] 또한, 제어부는, 상기 제1 및 제2 학습레이트를 동일하게 설정하고, 상기 제3 학습레이트는 상기 제1 및 제2 학습레이트와 상이하게 설정하는 것을 특징으로 한다.

[0015] 또한, 제어부는, 상기 복수의 영상데이터 각각에 대한 레이블링 정보를 기반으로 상기 복수의 영상데이터 각각에서 상기 치아 서버볼륨과 상기 치아포함 슬라이스를 확인하는 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

- [0016] 상술한 바와 같이 본 발명의 영상데이터에서 치아와 치조골을 분리하는 모델 생성 방법 및 장치는, 컨벌루션 신경망(CNN; convolutional neural network)을 이용함으로써, 치아와 치조골 분리 시에 분할 경계선이 모호한 현상을 개선하여 치아와 치조골을 정확하게 분리할 수 있는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

- [0017] 도 1은 본 발명의 실시 예에 따른 치아와 치조골 분리 모델을 생성하는 전자장치의 주요 구성을 나타낸 도면이다.
- 도 2는 본 발명의 실시 예에 따른 치아와 치조골 분리 모델을 생성하는 방법을 설명하기 위한 순서도이다.
- 도 3은 본 발명의 실시 예에 따른 치아 서버블륨을 설명하기 위한 도면이다.
- 도 4는 본 발명의 실시 예에 따른 다중 단계 학습 방식의 적용 이전과 이후의 결과를 나타낸 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0018] 이하, 본 발명에 따른 바람직한 실시 형태를 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 설명한다. 첨부된 도면과 함께 이하에 개시될 상세한 설명은 본 발명의 예시적인 실시형태를 설명하고자 하는 것이며, 본 발명이 실시될 수 있는 유일한 실시형태를 나타내고자 하는 것이 아니다. 도면에서 본 발명을 명확하게 설명하기 위해서 설명과 관계없는 부분은 생략할 수 있고, 명세서 전체를 통하여 동일 또는 유사한 구성 요소에 대해서는 동일한 참조 부호를 사용할 수 있다.
- [0019] 본 발명의 일 실시 예에서, “또는”, “적어도 하나” 등의 표현은 함께 나열된 단어들 중 하나를 나타내거나, 또는 둘 이상의 조합을 나타낼 수 있다. 예를 들어, “A 또는 B”, “A 및 B 중 적어도 하나”는 A 또는 B 중 하나만을 포함할 수 있고, A와 B를 모두 포함할 수도 있다.
- [0021] 도 1은 본 발명의 실시 예에 따른 치아와 치조골 분리 모델을 생성하는 전자장치의 주요 구성을 나타낸 도면이다.
- [0022] 도 1을 참조하면, 본 발명에 따른 전자장치(100)는 통신부(110), 입력부(120), 표시부(130), 메모리(140) 및 제어부(150)를 포함한다.
- [0023] 통신부(110)는 영상획득장치(미도시) 및 서버(미도시) 등의 외부장치와의 통신을 수행한다. 이를 위해, 통신부(110)는 5G(5th generation communication), LTE-A(long term evolution-advanced), LTE(long term evolution), 블루투스, BLE(bluetooth low energy), NFC(near field communication) 등의 무선 통신을 수행할 수 있고, 케이블 통신 등의 유선 통신을 수행할 수 있다.
- [0024] 입력부(120)는 전자장치(100)의 사용자의 입력에 대응하여, 입력데이터를 발생시킨다. 입력부(120)는 적어도 하나의 입력수단을 포함한다. 입력부(120)는 키보드(key board), 키패드(key pad), 돔 스위치(dome switch), 터치패널(touch panel), 터치 키(touch key), 마우스(mouse), 메뉴 버튼(menu button) 등을 포함할 수 있다.
- [0025] 표시부(130)는 전자장치(100)의 동작에 따른 표시 데이터를 표시한다. 표시부(130)는 액정 디스플레이(LCD; liquid crystal display), 발광 다이오드(LED; light emitting diode) 디스플레이, 유기 발광 다이오드(OLED; organic LED) 디스플레이, 마이크로 전자기계 시스템(MEMS; micro electro mechanical systems) 디스플레이 및 전자 종이(electronic paper) 디스플레이를 포함한다. 표시부(130)는 입력부(120)와 결합되어 터치 스크린(touch screen)으로 구현될 수 있다.
- [0026] 메모리(140)는 전자장치(100)의 동작 프로그램들을 저장한다. 메모리(140)는 U-Net, UDS-Net 등의 컨벌루션 신경망(CNN; convolutional neural network)과 관련된 알고리즘을 저장할 수 있다. 메모리(140)는 영상획득장치 등으로부터 수신된 복수의 영상데이터를 저장할 수 있고, 복수의 영상데이터에 볼륨을 설정하기 위한 레이블링 정보를 저장할 수 있다.
- [0027] 제어부(150)는 복수의 영상데이터를 수집하고, 복수의 영상데이터를 기반으로 다중 단계 학습을 수행한 이후에, 다중 단계 학습의 결과를 기반으로 영상데이터에서 치아와 치조골을 분리하는 학습 모델을 생성한다. 보다 구체적으로, 제어부(150)는 복수의 CBCT(cone beam computed tomography) 영상데이터(이하, 영상데이터라 함)를 수

집한다. 이를 위해, 제어부(150)는 영상획득장치로부터 영상데이터를 수집할 수 있고, 전자장치(100)에 영상획득부(미도시)가 구비된 경우, 영상획득부로부터 영상데이터를 수집할 수 있다.

[0028] 제어부(150)는 수집된 복수의 영상데이터에 대한 레이블링(labeling)정보를 확인한다. 레이블링 정보는 영상데이터를 구성하는 복수의 픽셀에 대해서 치아 영역의 귀속 여부에 대한 정보를 의미한다. 또한, 제어부(150)는 레이블링 정보를 통해, 복수의 영상데이터 각각이 치아를 전혀 포함하지 않는 하악골에 대한 영상데이터, 하악골과 하치가 모두 포함된 영상데이터, 상악골과 상치가 모두 포함된 영상데이터, 하치와 하악골이 분리된 영상데이터 및 상치와 상악골이 분리된 영상데이터 중 어느 하나인 것으로 확인할 수 있다.

[0029] 제어부(150)는 복수의 영상데이터를 전체 볼륨으로 설정한다. 제어부(150)는 전체 볼륨으로 설정된 복수의 영상데이터에 포함된 각각의 영상데이터의 레이블링 정보의 확인을 통해 영상데이터 중에서 치아에 속하는 복셀(voxel)이 적어도 하나 포함된 슬라이스를 확인하여 치아포함 슬라이스를 설정한다. 그리고, 제어부(150)는 설정된 치아포함 슬라이스를 분석하여 치아를 포함하는 최소 또는 그 주변 복셀을 일부 포함하는 치아 서브볼륨을 설정한다.

[0030] 제어부(150)는 학습레이트를 설정한다. 이때, 학습레이트는, 컨벌루션 신경망(CNN; convolutional neural network)을 이용할 때, 각 단계별로 적용할 학습레이트를 의미한다. 아울러, 본 발명의 실시 예에서는 생체의학 관련 분야에서 사용되는 U-Net, UDS-Net 등의 신경망을 이용할 수 있다. 예컨대, 본 발명에서는 1차 학습, 2차 학습 및 3차 학습을 포함하는 다중 단계 학습 방식을 이용하고, 1차 학습에 적용할 제1 학습레이트, 2차 학습에 적용할 제2 학습레이트 및 3차 학습에 적용할 제3 학습레이트를 설정할 수 있다. 아울러, 제어부(150)는 최적화 함수인 Adam optimizer에 적용하기 위한 학습레이트 설정 시에 제1 학습레이트, 제2 학습레이트 및 제3 학습레이트 중 적어도 두 개의 학습레이트를 동일하게 설정하되, 제1 및 제2 학습레이트를 동일하게 설정하고, 제3 학습레이트는 제1 및 제2 학습레이트와 상이하게 설정할 수 있다. 예를 들면, 제어부(150)는 10^{-4} , 10^{-5} 를 이용하여 $[10^{-4}, 10^{-4}, 10^{-4}]$, $[10^{-4}, 10^{-4}, 10^{-5}]$, $[10^{-4}, 10^{-5}, 10^{-5}]$, $[10^{-5}, 10^{-5}, 10^{-5}]$ 의 조합을 갖는 학습레이트를 설정할 수 있다.

[0031] 제어부(150)는 제1 학습레이트를 기반으로 치아 서브볼륨을 신경망에 적용하여 1차 학습을 수행하고, 제2 학습레이트를 기반으로 치아포함 슬라이스를 신경망에 적용하여 2차 학습을 수행한다. 제어부(150)는 제3 학습레이트를 기반으로 전체 볼륨을 신경망에 적용하여 3차 학습을 수행한다. 이와 같이, 제어부(150)는 영상데이터 중에서 치아가 존재하는 영상데이터의 치아 서브볼륨 및 치아포함 슬라이스에 대한 학습을 수행할 수 있고, 치아가 존재하지 않는 예컨대, 무치악인 환자와 관련된 영상데이터에 대한 학습도 수행할 수 있다. 제어부(150)는 $[10^{-4}, 10^{-4}, 10^{-4}]$, $[10^{-4}, 10^{-4}, 10^{-5}]$, $[10^{-4}, 10^{-5}, 10^{-5}]$, $[10^{-5}, 10^{-5}, 10^{-5}]$ 로 설정된 학습레이트를 기반으로 치아 서브볼륨, 치아포함 슬라이스 및 전체 볼륨을 신경망에 각각 적용한 학습결과를 확인한다.

[0032] 제어부(150)는 치아와 치조골 분리 모델을 생성하기 위한 생성신호가 수신되면, 학습결과 중에서 가장 빠른 속도 및 가장 정확한 학습결과를 확인하고, 확인된 학습결과를 도출한 학습레이트를 기반으로 치아와 치조골 분리 모델을 생성하여 메모리(140)에 저장한다.

[0034] 도 2는 본 발명의 실시 예에 따른 치아와 치조골 분리 모델을 생성하는 방법을 설명하기 위한 순서도이다.

[0035] 도 2를 참조하면, 201단계에서 제어부(150)는 복수의 영상데이터를 수집한다. 이때, 복수의 영상데이터는 복수의 CBCT(cone beam computed tomography) 영상데이터를 의미한다. 제어부(150)는 도시되지 않았으나, 전자장치(100)의 외부에 배치된 영상획득장치(미도시)에서 획득된 영상데이터를 수집할 수 있고, 전자장치(100)에 구비된 영상획득부(미도시)에 의해 획득된 영상데이터를 수집할 수 있다.

[0036] 203단계에서 제어부(150)는 획득된 복수의 영상데이터에 대한 레이블링(labeling) 정보를 확인한다. 레이블링 정보는 영상데이터를 구성하는 복수의 픽셀에 대해서 치아 영역의 귀속 여부에 대한 정보를 의미한다. 또한, 제어부(150)는 레이블링 정보를 통해, 복수의 영상데이터 각각이 치아를 전혀 포함하지 않는 하악골에 대한 영상데이터, 하악골과 하치가 모두 포함된 영상데이터, 상악골과 상치가 모두 포함된 영상데이터, 하치와 하악골이 분리된 영상데이터 및 상치와 상악골이 분리된 영상데이터 중 어느 하나인 것으로 확인할 수 있다. 제어부(150)는 하기의 도 3과 같이 레이블링 정보를 통해 확인된 영상데이터에서 치아 서브볼륨 및 치아포함 슬라이스를 확인할 수 있다. 이는 하기의 도 3을 이용하여 설명하기로 한다. 도 3은 본 발명의 실시 예에 따른 치아 서브볼륨을 설명하기 위한 도면이다.

[0037] 도 3을 참조하면, 제어부(150)는 도 3의 (a)와 같이 201단계에서 수집된 복수의 영상데이터를 전체 볼륨으로 설

정한다. 제어부(150)는 전체 볼륨으로 설정된 복수의 영상데이터에 포함된 영상데이터의 레이블링 정보의 확인을 통해 도 3의 (b)와 같이 치아에 속하는 복셀(voxel)이 적어도 하나 포함된 슬라이스를 확인하여 치아포함 슬라이스를 설정한다. 그리고, 제어부(150)는 설정된 치아포함 슬라이스를 분석하여 도 3의 (c)와 같이 치아를 포함하는 최소 또는 그 주변 복셀을 일부 포함하는 치아 서브볼륨을 설정한다.

[0038] 205단계에서 제어부(150)는 학습레이트를 설정한다. 이때, 학습레이트는, 컨벌루션 신경망(CNN; convolutional neural network)을 이용할 때, 각 단계별로 적용할 학습레이트를 의미한다. 아울러, 본 발명의 실시 예에서는 생체의학 관련 분야에서 사용되는 U-Net, UDS-Net 등의 신경망을 이용할 수 있다. 예컨대, 본 발명에서는 1차 학습, 2차 학습 및 3차 학습을 포함하는 다중 단계 학습 방식을 이용하고, 1차 학습에 적용할 제1 학습레이트, 2차 학습에 적용할 제2 학습레이트 및 3차 학습에 적용할 제3 학습레이트를 설정할 수 있다. 아울러, 제어부(150)는 최적화 함수인 Adam optimizer에 적용하기 위한 학습레이트 설정 시에 제1 학습레이트, 제2 학습레이트 및 제3 학습레이트 중 적어도 두 개의 학습레이트를 동일하게 설정하되, 제1 및 제2 학습레이트를 동일하게 설정하고, 제3 학습레이트는 제1 및 제2 학습레이트와 상이하게 설정할 수 있다. 예를 들면, 제어부(150)는 10^{-4} , 10^{-5} 를 이용하여 $[10^{-4}, 10^{-4}, 10^{-4}]$, $[10^{-4}, 10^{-4}, 10^{-5}]$, $[10^{-4}, 10^{-5}, 10^{-5}]$, $[10^{-5}, 10^{-5}, 10^{-5}]$ 의 조합을 갖는 학습레이트를 설정할 수 있다.

[0039] 207단계에서 제어부(150)는 제1 학습레이트를 기반으로 도 3의 (c)와 같은 치아 서브볼륨을 신경망에 적용하여 1차 학습을 수행한다. 209단계에서 제어부(150)는 제2 학습레이트를 기반으로 도 3의 (b)와 같은 치아포함 슬라이스를 신경망에 적용하여 2차 학습을 수행한다. 211단계에서 제어부(150)는 제3 학습레이터를 기반으로 도 3의 (a)와 같은 전체 볼륨을 신경망에 적용하여 3차 학습을 수행한다. 제어부(150)는 207단계 및 209단계를 통해 영상데이터 중에서 치아가 존재하는 영상데이터의 치아 서브볼륨 및 치아포함 슬라이스에 대한 학습을 수행할 수 있다. 또한, 제어부(150)는 211단계를 통해 영상데이터에 중에서 치아가 존재하지 않는 예컨대, 무치악인 환자와 관련된 영상데이터에 대한 학습도 수행할 수 있다.

[0040] 213단계에서 제어부(150)는 하기의 도 4와 같이 다중 단계 학습을 통한 학습결과를 확인할 수 있다. 도 4는 본 발명의 실시 예에 따른 다중 단계 학습 방식의 적용 이전과 이후의 결과를 나타낸 도면이다.

[0041] 도 4를 참조하면, 도 4의 (a)는 $[10^{-5}, 10^{-5}, 10^{-5}]$ 를 학습레이트로 설정하고, 이를 기반으로 도 3의 (a)와 같은 전체 볼륨을 신경망에 적용하여 18,000번 학습했을 때의 학습결과(baseline)를 나타낸다. 또한, 도 4의 (b)는 $[10^{-4}, 10^{-4}, 10^{-4}]$, $[10^{-4}, 10^{-4}, 10^{-5}]$, $[10^{-4}, 10^{-5}, 10^{-5}]$, $[10^{-5}, 10^{-5}, 10^{-5}]$ 를 기반으로 치아 서브볼륨, 치아포함 슬라이스 및 전체 볼륨을 신경망에 각각 적용하여 다중 단계로 학습한 학습결과를 나타낸다. 이때, 도면부호 401은 $[10^{-4}, 10^{-4}, 10^{-4}]$ 를 기반으로 치아 서브볼륨, 치아포함 슬라이스 및 전체 볼륨을 신경망에 단계적으로 적용한 학습결과, 도면부호 402는 $[10^{-4}, 10^{-4}, 10^{-5}]$ 를 기반으로 치아 서브볼륨, 치아포함 슬라이스 및 전체 볼륨을 신경망에 단계적으로 적용한 학습결과, 도면부호 403은 $[10^{-4}, 10^{-5}, 10^{-5}]$ 를 기반으로 치아 서브볼륨, 치아포함 슬라이스 및 전체 볼륨을 신경망에 단계적으로 적용한 학습결과 및 도면부호 404는 $[10^{-5}, 10^{-5}, 10^{-5}]$ 를 기반으로 치아 서브볼륨, 치아포함 슬라이스 및 전체 볼륨을 신경망에 단계적으로 적용한 학습결과를 나타낸다.

[0042] 도 4의 (b)를 도 4의 (a)와 비교하면, $[10^{-5}, 10^{-5}, 10^{-5}]$ 를 기반으로 전체 볼륨을 신경망에 적용하여 18,000번 학습했을 때의 학습결과(baseline)보다 $[10^{-4}, 10^{-4}, 10^{-4}]$, $[10^{-4}, 10^{-4}, 10^{-5}]$, $[10^{-4}, 10^{-5}, 10^{-5}]$ 를 기반으로 치아 서브볼륨, 치아포함 슬라이스 및 전체 볼륨을 신경망에 단계적으로 적용하여 18,000번 학습했을 때의 학습결과와 성능이 개선되었음을 확인할 수 있다.

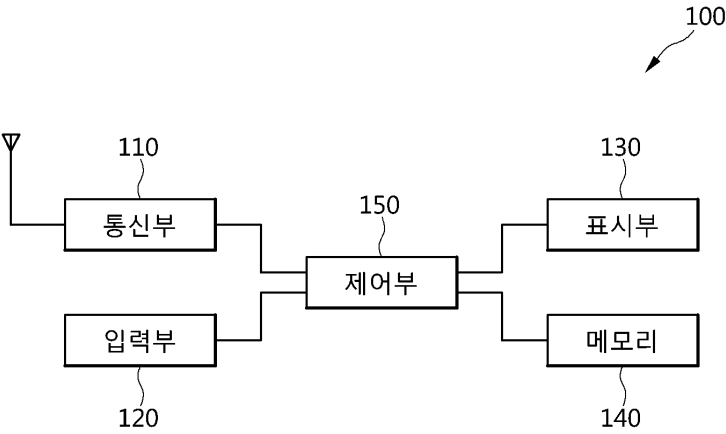
[0043] 215단계에서 제어부(150)는 학습결과를 기반으로 치아와 치조골 분리 모델을 생성하기 위한 생성신호의 수신여부를 확인한다. 215단계에서 제어부(150)는 생성신호가 수신되지 않으면 205단계로 회귀하여 207단계 내지 211단계에서 적용한 학습레이트를 제외한 다른 학습데이터를 적용하도록 학습레이트를 재설정할 수 있다. 반대로, 215단계에서 제어부(150)는 생성신호가 수신되면 217단계를 수행한다. 217단계에서 제어부(150)는 학습결과 중에서 가장 빠른 속도 및 가장 정확한 학습결과를 확인하고, 확인된 학습결과를 도출한 학습레이트를 기반으로 치아와 치조골 분리 모델을 생성하여 메모리(140)에 저장한다.

[0045] 본 명세서와 도면에 개시된 본 발명의 실시 예들은 본 발명의 기술 내용을 쉽게 설명하고 본 발명의 이해를 돕기 위해 특정 예를 제시한 것일 뿐이며, 본 발명의 범위를 한정하고자 하는 것은 아니다. 따라서 본 발명의 범

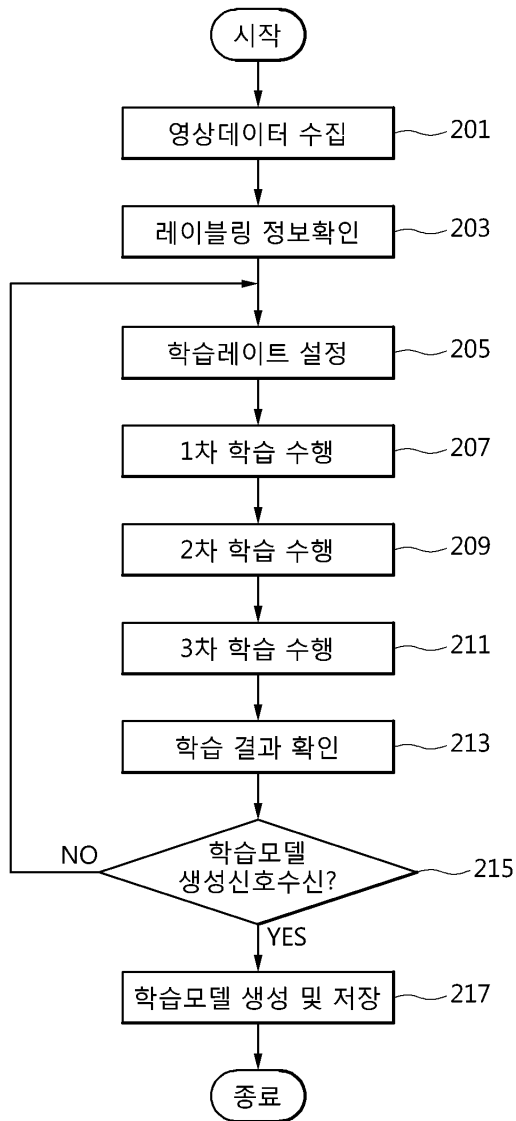
위는 여기에 개시된 실시 예들 이외에도 본 발명의 기술적 사상을 바탕으로 도출되는 모든 변경 또는 변형된 형태가 본 발명의 범위에 포함되는 것으로 해석되어야 한다.

도면

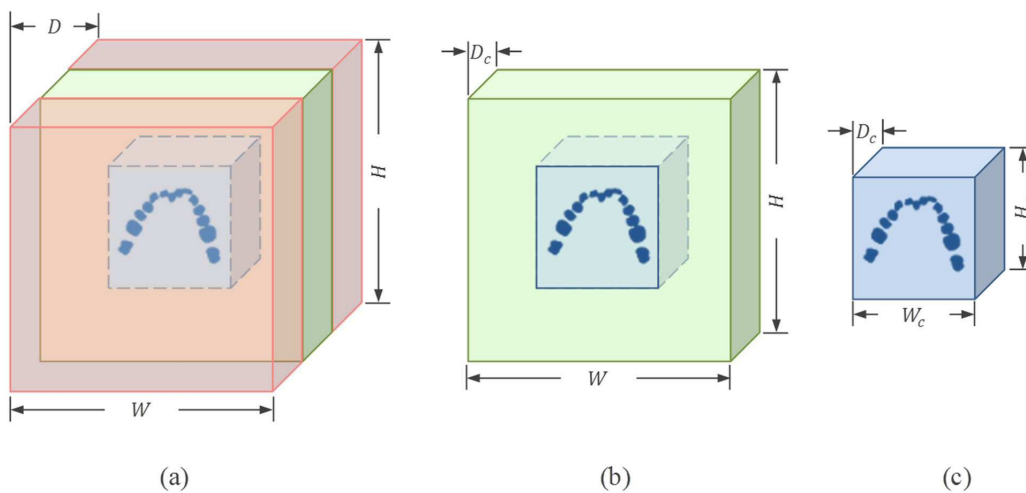
도면1



도면2



도면3



도면4

