

(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)(11) 공개번호 10-2020-0129550
(43) 공개일자 2020년11월18일

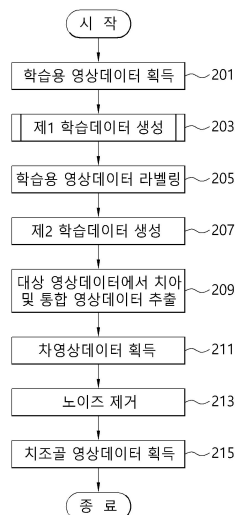
(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
A61B 6/00 (2006.01) **A61B 6/03** (2006.01)
A61B 6/14 (2006.01)
 (52) CPC특허분류
A61B 6/5211 (2013.01)
A61B 6/032 (2013.01)
 (21) 출원번호 10-2019-0054124
 (22) 출원일자 2019년05월09일
 심사청구일자 2019년05월09일

(71) 출원인
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 9 항

(54) 발명의 명칭 **영상데이터에서 치조골을 검출하는 방법 및 장치****(57) 요약**

본 발명은 영상데이터에서 치조골을 검출하는 방법 및 장치에 관한 것으로, 적어도 하나의 학습용 영상데이터를 획득하는 단계, 학습용 영상데이터를 학습하여 치아에 대한 제1 학습데이터를 생성하는 단계, 학습용 영상데이터를 학습하여 치아와 치조골이 통합된 제2 학습데이터를 생성하는 단계 및 제1 학습데이터와 제2 학습데이터를 기반으로 대상 영상데이터에서 치조골을 검출하는 단계를 포함하며 다른 실시 예로도 적용이 가능하다.

대표도 - 도2

(52) CPC특허분류

A61B 6/14 (2013.01)

A61B 6/505 (2013.01)

(72) 발명자

이철희

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

이상훈

경기도 수원시 권선구 권광로123번길 29, 202호(권선동)

명세서

청구범위

청구항 1

적어도 하나의 학습용 영상데이터를 획득하는 단계;
 상기 학습용 영상데이터를 학습하여 치아에 대한 제1 학습데이터를 생성하는 단계;
 상기 학습용 영상데이터를 학습하여 치아와 치조골이 통합된 제2 학습데이터를 생성하는 단계; 및
 상기 제1 학습데이터와 상기 제2 학습데이터를 기반으로 대상 영상데이터에서 치조골을 검출하는 단계;
 를 포함하는 것을 특징으로 하는 영상데이터에서 치조골을 검출하는 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,
 상기 제2 학습데이터를 생성하는 단계는,
 상기 학습용 영상데이터를 치아 및 치조골을 라벨링하는 단계; 및
 상기 라벨링된 상기 치아와 상기 치조골을 통합하여 상기 제2 학습데이터를 생성하는 단계;
 를 포함하는 것을 특징으로 하는 영상데이터에서 치조골을 검출하는 방법.

청구항 3

제2항에 있어서,
 상기 치조골을 검출하는 단계는,
 상기 제1 학습데이터와 상기 제2 학습데이터를 기반으로 상기 대상 영상데이터에서 치아 영상데이터와 통합 영상데이터를 추출하는 단계;
 상기 추출된 치아 영상데이터와 상기 통합 영상데이터를 차분한 차영상데이터를 획득하는 단계; 및
 상기 차영상데이터에서 노이즈데이터를 제거하는 단계;
 를 포함하는 것을 특징으로 하는 영상데이터에서 치조골을 검출하는 방법.

청구항 4

제3항에 있어서,
 상기 제1 학습데이터를 생성하는 단계는,
 상기 학습용 영상데이터의 HU(Hounsfield unit)값에 대한 히스토그램을 생성하는 단계;
 상기 히스토그램의 표준편차 값을 이용하여 상기 학습용 영상데이터에 포함된 치조골 영역의 HU값을 산출하는 단계;
 상기 치조골 영역의 HU값을 기반으로 상기 학습용 영상데이터에 포함된 복셀이 치아일 확률에 대한 치아 확률맵을 생성하는 단계; 및
 상기 학습용 영상데이터 및 상기 치아 확률맵을 기반으로 상기 제1 학습데이터를 생성하는 단계;
 를 포함하는 것을 특징으로 하는 영상데이터에서 치조골을 검출하는 방법.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 히스토그램을 생성하는 단계는,

치아를 포함하는 상기 치조골 영역, 공기 영역, 연조직 영역을 포함하는 FOV(field of view)영역과, 상기 FOV영역을 제외한 영역을 포함하는 복수의 영역으로 상기 학습용 영상데이터를 세분화하는 단계; 및

상기 학습용 영상데이터에 대한 상기 HU값을 확인하는 단계;

를 포함하는 것을 특징으로 하는 영상데이터에서 치조골을 검출하는 방법.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 히스토그램을 생성하는 단계 이후에,

기저장된 영상데이터 중에서 상기 공기 영역과 상기 연조직 영역의 HU값의 차이가 임계범위 내인 적어도 하나의 영상데이터를 추출하여 데이터 셋을 설정하는 단계;

를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 영상데이터에서 치조골을 검출하는 방법.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 치조골 영역의 HU값을 산출하는 단계는,

상기 데이터 셋에 포함된 적어도 하나의 영상데이터에 대한 히스토그램의 표준편차 값의 평균값을 산출하는 단계; 및

상기 표준편차 값과 상기 평균값을 이용하여 콘트라스트 값을 산출하는 단계;

를 포함하는 것을 특징으로 하는 영상데이터에서 치조골을 검출하는 방법.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 치조골 영역의 HU값을 산출하는 단계는,

상기 콘트라스트 값, 상기 연조직 영역의 HU값 및 기설정된 임계값을 이용하여 상기 치조골 영역의 HU값을 산출하는 단계인 것을 특징으로 하는 영상데이터에서 치조골을 검출하는 방법.

청구항 9

적어도 하나의 학습용 영상데이터를 수신하는 통신부; 및

상기 학습용 영상데이터를 학습하여 치아에 대한 제1 학습데이터 및 치아와 치조골이 통합된 제2 학습데이터를 생성하고, 상기 제1 학습데이터와 상기 제2 학습데이터를 기반으로 대상 영상데이터에서 치조골을 검출하는 제어부;

를 포함하는 것을 특징으로 하는 영상데이터에서 치조골을 검출하는 장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 영상데이터에서 치조골을 검출하는 방법 및 장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 일반적으로, 임플란트는 본래의 인체조직이 상실되었을 때, 인체조직을 대신할 수 있는 대체물을 의미하며, 특히, 치과에서는 픽스처어(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 픽스처어를 식립하고, 픽스처어가 치조골에 융착되

면 픽스쳐에 어버트먼트 및 크라운을 결합하는 형태로 시술된다. 이러한 임플란트 시술은 신경 손상 등의 문제를 방지하기 위해 임플란트 시술 전에 CBCT(cone beam computed tomography) 영상을 기반으로 임플란트의 식립 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, CBCT 영상의 경우, CBCT 영상을 획득하는 기기의 모델별 및 제조사별로 픽셀 등 서로 상이한 특징을 갖기 때문에 CBCT 영상을 이용하여 골조직과 신경관 위치 등을 확인할 경우 정확도가 저하되는 문제점이 발생한다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 이러한 종래의 문제점을 해결하기 위한 본 발명의 실시 예들은 적어도 하나의 학습용 영상데이터를 학습하여 학습데이터를 생성한 후, 생성된 학습데이터를 기반으로 대상 영상데이터에서 추출된 통합 영상데이터에서 치아 영상데이터를 차분하여 대상 영상데이터에서 치조골을 검출하는 방법 및 장치를 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0006] 본 발명의 실시 예에 따른 영상데이터에서 치조골을 검출하는 방법은, 적어도 하나의 학습용 영상데이터를 획득하는 단계, 상기 학습용 영상데이터를 학습하여 치아에 대한 제1 학습데이터를 생성하는 단계, 상기 학습용 영상데이터를 학습하여 치아와 치조골이 통합된 제2 학습데이터를 생성하는 단계 및 상기 제1 학습데이터와 상기 제2 학습데이터를 기반으로 대상 영상데이터에서 치조골을 검출하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0007] 또한, 제2 학습데이터를 생성하는 단계는, 상기 학습용 영상데이터를 치아 및 치조골을 라벨링하는 단계 및 상기 라벨링된 상기 치아와 상기 치조골을 통합하여 상기 제2 학습데이터를 생성하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0008] 또한, 치조골을 검출하는 단계는, 상기 제1 학습데이터와 상기 제2 학습데이터를 기반으로 상기 대상 영상데이터에서 치아 영상데이터와 통합 영상데이터를 추출하는 단계, 상기 추출된 치아 영상데이터와 상기 통합 영상데이터를 차분한 차영상데이터를 획득하는 단계 및 상기 차영상데이터에서 노이즈데이터를 제거하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0009] 또한, 제1 학습데이터를 생성하는 단계는, 상기 학습용 영상데이터의 HU(Hounsfield unit)값에 대한 히스토그램을 생성하는 단계, 상기 히스토그램의 표준편차 값을 이용하여 상기 학습용 영상데이터에 포함된 치조골 영역의 HU값을 산출하는 단계, 상기 치조골 영역의 HU값을 기반으로 상기 학습용 영상데이터에 포함된 복셀이 치아일 확률에 대한 치아 확률맵을 생성하는 단계 및 상기 학습용 영상데이터 및 상기 치아 확률맵을 기반으로 상기 제1 학습데이터를 생성하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0010] 또한, 히스토그램을 생성하는 단계는, 치아를 포함하는 상기 치조골 영역, 공기 영역, 연조직 영역을 포함하는 FOV(field of view)영역과, 상기 FOV영역을 제외한 영역을 포함하는 복수의 영역으로 상기 학습용 영상데이터를 세분화하는 단계 및 상기 학습용 영상데이터에 대한 상기 HU값을 확인하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0011] 또한, 히스토그램을 생성하는 단계 이후에, 기저장된 영상데이터 중에서 상기 공기 영역과 상기 연조직 영역의 HU값의 차이가 임계범위 내인 적어도 하나의 영상데이터를 추출하여 데이터 셋을 설정하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0012] 또한, 치조골 영역의 HU값을 산출하는 단계는, 상기 데이터 셋에 포함된 적어도 하나의 영상데이터에 대한 히스토그램의 표준편차 값의 평균값을 산출하는 단계 및 상기 표준편차 값과 상기 평균값을 이용하여 콘트라스트 값을 산출하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0013] 또한, 치조골 영역의 HU값을 산출하는 단계는, 상기 콘트라스트 값, 상기 연조직 영역의 HU값 및 기설정된 임계값을 이용하여 상기 치조골 영역의 HU값을 산출하는 단계인 것을 특징으로 한다.

[0014] 아울러, 본 발명의 실시 예에 따른 영상데이터에서 치조골을 검출하는 장치는, 적어도 하나의 학습용 영상데이터를 수신하는 통신부 및 상기 학습용 영상데이터를 학습하여 치아에 대한 제1 학습데이터 및 치아와 치조골이

통합된 제2 학습데이터를 생성하고, 상기 제1 학습데이터와 상기 제2 학습데이터를 기반으로 대상 영상데이터에서 치조골을 검출하는 제어부를 포함하는 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

[0015] 상술한 바와 같이 본 발명에 따른 영상데이터에서 치조골을 검출하는 방법 및 장치는, 적어도 하나의 학습용 영상데이터를 학습하여 학습데이터를 생성한 후, 학습데이터를 기반으로 대상 영상데이터에서 획득된 통합 영상데이터에서 치아 영상데이터를 차분함으로써, 대상 영상데이터에서 치조골 검출의 정확도를 향상시킬 수 있는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

[0016] 도 1은 본 발명의 실시 예에 따른 영상데이터에서 치조골을 검출하는 전자장치의 주요 구성을 나타낸 도면이다.
 도 2는 본 발명의 실시 예에 따른 영상데이터에서 치조골을 검출하는 방법을 설명하기 위한 순서도이다.
 도 3은 본 발명의 실시 예에 따른 학습용 영상데이터에서 제1 학습데이터를 생성하는 방법을 설명하기 위한 상세순서도이다.
 도 4는 본 발명의 실시 예에 따른 제1 학습데이터 생성을 위한 학습용 영상데이터와 학습용 영상데이터에 대한 히스토그램을 나타낸 화면예시도이다.
 도 5는 본 발명의 실시 예에 따른 제2 학습데이터 생성을 위해 치조골 영역과 치아 영역을 하나의 레이블로 통합한 라벨 통합 영상데이터를 나타낸 화면예시도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0017] 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.

[0018] 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.

[0020] 도 1은 본 발명의 실시 예에 따른 영상데이터에서 치조골을 검출하는 전자장치의 주요 구성을 나타낸 도면이다.

[0021] 도 1을 참조하면, 본 발명에 따른 전자장치(100)는 통신부(110), 입력부(120), 표시부(130), 메모리(140) 및 제어부(150)를 포함한다.

[0022] 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.

[0023] 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.

[0024] 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.

[0025] 메모리(140)는 전자장치(100)의 동작 프로그램들을 저장한다. 메모리(140)는 U-Net, UDS-Net 등의 컨벌루션 신

경망(CNN; convolutional neural network)과 관련된 알고리즘을 저장할 수 있다. 메모리(140)는 영상획득장치 등으로부터 수신된 복수의 학습용 영상데이터를 저장할 수 있다.

[0026] 제어부(150)는 학습용 영상데이터를 학습하여 학습데이터를 생성하고, 학습데이터를 기반으로 대상 영상데이터에서 치아와 치조골이 통합된 통합 영상데이터와 치아 영상데이터를 추출한다. 제어부(150)는 추출된 통합 영상데이터와 치아 영상데이터를 차분하여 대상 영상데이터에서 치조골만을 검출한다.

[0027] 보다 구체적으로, 제어부(150)는 서로 다른 영상획득장치에서 획득된 CBCT(cone beam computed tomography) 영상데이터(이하, 학습용 영상데이터라 통칭함)를 획득하고, 학습용 영상데이터를 기반으로 제1 학습데이터를 생성한다. 우선, 제어부(150)는 영상획득장치의 종류에 따라 학습용 영상데이터에서 확인되는 치조골에 대한 HU값이 모두 다르기 때문에 획득된 학습용 영상데이터에서 치조골 영역에 대한 HU값을 대략적으로 추정한다. 이를 위해, 제어부(150)는 학습용 영상데이터를 복수의 영역으로 세분화한 이후에, 학습용 영상데이터에 대한 HU값을 확인하여 히스토그램을 생성할 수 있다. 제어부(150)는 치아가 포함된 치조골 영역, 연조직 영역, 공기 영역을 포함하는 FOV(field of view)영역과, 학습용 영상데이터에서 FOV영역을 제외한 FOV제외 영역으로 학습용 영상데이터를 세분화한다. 제어부(150)는 학습용 영상데이터를 세분화한 이후에 학습용 영상데이터에 대한 HU값을 확인하여 히스토그램으로 생성한다. 이때, 치조골 영역은 학습용 영상데이터에서 차지하는 영역의 비율이 적기 때문에 히스토그램으로 명확하게 도시되지 않을 수 있다.

[0028] 제어부(150)는 데이터 셋의 설정신호가 수신되면, 메모리(140)에 기저장된 학습용 영상데이터 중에서 데이터 셋으로 설정할 복수의 학습용 영상데이터를 추출하여 데이터 셋으로 설정할 수 있다. 또한, 제어부(150)는 데이터 셋의 설정신호가 수신되지 않으면, 획득된 학습용 영상데이터만을 데이터 셋으로 설정할 수 있다. 이때, 일반적인 의료 영상데이터에서 공기 영역과 연조직 영역의 HU값의 차이가 1030-1040정도인 것을 참고로 하여 제어부(150)는 메모리(140)에 기저장된 학습용 영상데이터 중에서 공기 영역과 연조직 영역의 HU값의 차이가 1000-1100 사이인 학습용 영상데이터들을 추출하여 데이터 셋으로 설정할 수 있다.

[0029] 제어부(150)는 데이터 셋으로 설정된 학습용 영상데이터에 대한 히스토그램의 표준편차 값 및 표준편차 값의 평균값을 산출한다. 제어부(150)는 표준편차 값과, 표준편차 값의 평균값을 이용하여 학습용 영상데이터의 콘트라스트 값을 산출한다. 이어서, 제어부(150)는 세분화된 학습용 영상데이터에 포함된 연조직 영역의 HU값과, 일반적인 의료 영상데이터에서 확인되는 연조직 영역과 치조골 영역의 HU값의 차이값을 이용하여 세분화된 학습용 영상데이터에 포함된 치조골 영역의 HU값을 산출한다.

[0030] 제어부(150)는 치조골 영역의 HU값을 기반으로 학습용 영상데이터에 포함된 특정 복셀이 치아일 확률을 산출하고, 산출된 확률을 기반으로 영상데이터 형태인 치아 확률맵을 생성한다. 제어부(150)는 생성된 치아 확률맵과, 치아 확률맵과 관련된 학습용 영상데이터의 원본을 CNN알고리즘에 적용한다. 제어부(150)는 CNN알고리즘에 치아 확률맵과 관련된 학습용 영상데이터 원본 및 치아 확률맵을 적용한 결과인 제1 학습데이터를 생성한다. 이때, 제1 학습데이터는 학습용 영상데이터에 포함된 치아에 대한 치아 영상데이터일 수 있고, 제어부(150)는 이를 통해 다양한 특성을 갖는 학습용 영상데이터에서 치아에 대한 특징을 균일화할 수 있다.

[0031] 이어서, 제어부(150)는 학습용 영상데이터의 분석을 통해 제2 학습데이터를 생성한다. 보다 구체적으로, 제어부(150)는 학습용 영상데이터에 포함된 치아 및 치조골 영역의 라벨링을 수행한다. 제어부(150)는 치조골과 치아를 하나로 통합한 라벨 통합 영상데이터를 생성한다. 제어부(150)는 라벨 통합 영상데이터를 U-Net, UDS-Net 등의 CNN알고리즘에 적용하여 제2 학습데이터를 생성할 수 있고, 제어부(160)는 이를 통해 다양한 특성을 갖는 학습용 영상데이터에서 치아와 치조골을 통합한 영역에 대한 특징을 균일화할 수 있다.

[0032] 제어부(150)는 제1 학습데이터와 제2 학습데이터의 생성이 완료되면, 제어부(150)는 제1 학습데이터와 제2 학습데이터를 기반으로 치조골을 검출하고자 하는 대상 영상데이터에서 치아 영상데이터와 통합 영상데이터를 추출할 수 있다. 제어부(150)는 대상 영상데이터에서 추출된 치아 영상데이터와 통합 영상데이터를 차분하여 차영상데이터를 획득한다. 제어부(150)는 차영상데이터에 포함된 노이즈데이터를 확인하여 제거한다. 이때, 제어부(150)는 차영상데이터에서 임계픽셀(예컨대, 300픽셀) 이하의 blob이 확인되면 이를 노이즈데이터인 것으로 확인하여 이를 제거할 수 있다. 제어부(150)는 차영상데이터에서 노이즈데이터가 제거된 영상데이터를 대상 영상데이터에서의 치조골 영상데이터로 획득한다.

[0034] 도 2는 본 발명의 실시 예에 따른 영상데이터에서 치조골을 검출하는 방법을 설명하기 위한 순서도이다.

[0035] 도 2를 참조하면, 201단계에서 제어부(150)는 적어도 하나의 학습용 영상데이터를 획득한다. 이때, 학습용 영상

데이터는 CBCT(cone beam computed tomography) 영상데이터를 의미한다. 제어부(150)는 도시되지 않았으나, 전자장치(100)의 외부에 배치된 영상획득장치(미도시)로부터 학습용 영상데이터를 획득할 수 있다.

[0036] 203단계에서 제어부(150)는 학습용 영상데이터를 기반으로 제1 학습데이터를 생성한다. 제1 학습데이터를 생성하는 방법은 하기의 도 3 및 도 4를 이용하여 구체적으로 설명하기로 한다.

[0037] 도 3은 본 발명의 실시 예에 따른 학습용 영상데이터에서 제1 학습데이터를 생성하는 방법을 설명하기 위한 상세순서도이다. 도 4는 본 발명의 실시 예에 따른 제1 학습데이터 생성을 위한 학습용 영상데이터와 학습용 영상데이터에 대한 히스토그램을 나타낸 화면예시도이다.

[0038] 도 3 및 도 4를 참조하면, 301단계에서 제어부(150)는 학습용 영상데이터에 대한 HU(hounsfield unit)값을 확인한다. 이때, 영상획득장치의 종류에 따라 학습용 영상데이터에서 확인되는 치조골에 대한 HU값이 모두 다르기 때문에 제어부(150)는 학습용 영상데이터에서 치조골 영역에 대한 HU값을 대략적으로 추정한다. 이를 위해, 제어부(150)는 학습용 영상데이터를 복수의 영역으로 세분화한 이후에, 학습용 영상데이터에 대한 HU값을 확인하여 히스토그램을 생성할 수 있다. 도 4의 (a)와 같이 제어부(150)는 치아가 포함된 치조골 영역(401), 연조직 영역(402), 공기 영역(403)을 포함하는 FOV(field of view)영역과, 영상데이터(400)에서 FOV영역을 제외한 FOV제외 영역(404)으로 학습용 영상데이터(400)를 세분화한다. 제어부(150)는 학습용 영상데이터(400)를 세분화한 이후에 학습용 영상데이터(400)에 대한 HU값을 확인하여 도 4의 (b)와 같이 히스토그램으로 생성한다.

[0039] 도면부호 412는 도 4의 (a)에 도시된 연조직 영역(402)에 대한 HU값을 나타낸 그래프이고, 도면부호 413은 도 4의 (a)에 도시된 공기 영역(403)에 대한 HU값을 나타낸 그래프이며, 도면부호 414는 도 4의 (a)에 도시된 FOV제외 영역(404)에 대한 HU값을 나타낸 그래프이다. 이때, 도 4의 (a)에 도시된 치조골 영역(401)은 학습용 영상데이터에서 차지하는 영역의 비율이 적기 때문에 도 4의 (b)와 같이, 히스토그램으로 명확하게 도시되지 않을 수 있다. 도 4는 하나의 실시 예를 도시한 것으로, 피시술자별로 서로 다른 히스토그램을 가질 수 있다. 아울러, 제어부(150)는 FOV제외 영역(404)에 대한 그래프(414)가 불필요한 것으로 확인되면, 중간값 필터를 이용하여 FOV제외 영역(404)에 대한 그래프(414)를 제거할 수 있다.

[0040] 303단계에서 제어부(150)는 데이터 셋의 설정신호 수신여부를 확인한다. 303단계의 확인결과, 설정신호가 수신되면 제어부(150)는 305단계를 수행하고, 설정신호가 수신되지 않으면 제어부(150)는 307단계를 수행한다. 설정신호가 수신되지 않으면 제어부(150)는 도 2의 201단계에서 획득된 학습용 영상데이터만을 데이터 셋으로 설정할 수 있다. 305단계에서 제어부(150)는 메모리(140)에 저장된 학습용 영상데이터 중에서 데이터 셋으로 설정할 복수의 학습용 영상데이터를 추출하여 데이터 셋을 설정한다. 일반적인 의료 영상데이터에서 공기 영역과 연조직 영역의 HU값의 차이가 1030-1040정도인 것을 참고로 하여 제어부(150)는 메모리(140)에 저장된 학습용 영상데이터 중에서 공기 영역과 연조직 영역의 HU값의 차이가 임계범위 내인 학습용 영상데이터들을 추출하여 데이터 셋으로 설정할 수 있다. 예컨대, 임계범위는 1000-1100 사이일 수 있으며, 임계범위는 전자장치(100)의 사용자에 의해 변경적용이 가능하다.

[0041] 307단계에서 제어부(150)는 데이터 셋으로 설정된 학습용 영상데이터에 대한 히스토그램의 표준편차 값 및 표준편차 값의 평균값을 산출한다. 309단계에서 제어부(150)는 표준편차 값(c)과, 표준편차 값의 평균값(μ_c)을 이용하여 학습용 영상데이터의 콘트라스트 값(ρ_c)을 산출한다. 이는 하기의 수학적 식 1과 같다.

수학적 식 1

[0042]
$$\rho_c = c / \mu_c$$

[0043] 이어서, 311단계에서 제어부(150)는 하기의 수학적 식 2를 이용하여 치조골 영역의 HU값을 산출한다.

수학적 식 2

[0044]
$$x_b = x_s + \rho_c d$$

[0045] 이때, \mathbf{x}_s 는 도 4의 (a)에서 세분화된 학습용 영상데이터에 포함된 연조직 영역(402)의 HU값일 수 있다. 아울러, 일반적인 의료 영상데이터의 경우 HU값이 절대적이므로, 제어부(150)는 연조직 영역과 치조골 영역의 HU값의 차이인 d 를 산출한다. 이를 통해, 제어부(150)는 세분화된 학습용 영상데이터(400)에 포함된 치조골 영역(401)에 대한 HU값을 보다 정확하게 획득할 수 있다.

[0046] 313단계에서 제어부(150)는 치아 확률맵을 생성한다. 보다 구체적으로, 제어부(150)는 치조골 영역의 HU값을 기반으로 학습용 영상데이터에 포함된 복셀이 치아일 확률을 산출하고, 산출된 확률을 기반으로 이미지 형태인 치아 확률맵을 생성한다. 315단계에서 제어부(150)는 생성된 치아 확률맵과, 치아 확률맵과 관련된 학습용 영상데이터의 원본을 U-Net, UDS-Net 등의 CNN알고리즘에 적용하고, 317단계를 수행한다. 317단계에서 제어부(150)는 CNN알고리즘에 치아 확률맵과 관련된 학습용 영상데이터 원본과 치아 확률맵을 적용하여 제1 학습데이터가 생성되면 도 2의 205단계로 리턴한다.

[0047] 예컨대, 연조직과 치아 내부의 펄프(pulp)영역에 속하는 복셀은 연조직 영역의 HU값과 유사한 HU값을 가지고, 치조골 및 치아의 상아질(dentin)이나 시멘트질(cementum)은 치조골 영역의 HU값과 유사한 HU값을 가진다. 그러나, 법랑질(enamel)이나 치아 보철물 및 금속 인공물에 속하는 복셀은 치조골 영역의 HU값 이상의 밝은 HU값을 가지므로 이와 관련된 대부분의 복셀이 치조골 영역 중 치아 영역에 포함될 확률이 높은 것으로 가정할 수 있다. 즉, 특정 복셀의 HU값이 높을수록 특정 복셀이 치아 영역에 포함될 확률이 높은 것으로 가정할 수 있다. 따라서, 일반적으로 제어부(150)는 하기의 수학적 식 3을 이용하여 특정 복셀이 치아 영역에 포함될 확률을 산출할 수 있다.

수학적 식 3

[0048]
$$p(t|x) = \frac{p(x|t)P(t)}{p(x)}$$

[0049] 이때, $P(t)$ 는 특정 복셀이 치아 영역에 포함될 사전 확률, $p(x)$ 는 특정 복셀의 HU값의 확률 분포 값, $p(x|t)$ 는 치아 영역에 속하는 복셀의 HU값의 확률 분포 값을 나타낼 수 있다.

[0050] 그러나, 도 4와 같이 학습용 영상데이터(400)에서 치조골 영역(401)이 차지하는 비율이 매우 적기 때문에 치조골 영역(401)에 대한 HU값을 히스토그램으로 확인하기 어려운 경우가 발생한다. 따라서, 제어부(150)는 학습용 영상데이터(400)에 포함된 오브젝트 예컨대, 금속인공물, 치아, 치조골, 연조직, 공기 등의 HU값에 대한 히스토그램 분포가 가우시안(Gaussian)분포를 따른다고 가정하고, 하기의 수학적 식 4 내지 8을 적용하여 특정 복셀이 치아 영역에 포함될 확률 즉, 치아일 확률을 산출할 수 있다.

수학적 식 4

[0051]
$$f(x) = \sum_i w_i n(x; \mu_i, \sigma_i)$$

[0052] 이때, $f(x)$ 는 다양한 오브젝트의 가우시안 분포의 가중치 합을 나타내고, i 는 특정 복셀이 특정 오브젝트에 속하는 이벤트를 의미하며, w_i 는 학습용 영상데이터의 전체 복셀 대비 특정 오브젝트에 속하는 복셀의 비율을 의미한다. 또한, $n(x; \mu_i, \sigma_i)$ 는 평균이 μ_i 이고, 표준편차가 σ_i 인 가우시안 분포를 의미한다. 이를 기반으로, 제어부(150)는 하기의 수학적 식 5와 같이 치아 영역에 속한 복셀의 히스토그램을 산출할 수 있다.

수학적 식 5

[0053]
$$f(x|t) = n(x; \mu_t, \sigma_t)$$

[0054] 아울러, 제어부(150)는 수학적 식 3에 수학적 식 4와 5를 대입하여 특정 복셀의 HU값의 확률 분포 값을 산출하기 위한

하기의 수학적 식 6을 도출한다.

수학적 식 6

$$p(t|x) = \frac{f(x|t)P(t)}{f(x)} = \frac{w_t n(x; \mu_t, \sigma_t)}{\sum_i w_i n(x; \mu_i, \sigma_i)}$$

[0055]

[0056]

치아를 포함하는 치조골 영역의 HU값을 갖는 복셀 주변에는 다른 연조직 등에 해당하는 HU값을 갖는 복셀이 거의 분포하지 않음을 가정하고, 치아를 포함하는 치조골 영역의 HU값의 분포에 대한 표준편차가 비슷하다고 가정하였을 때, 특정 복셀이 치조골 영역에 속하는 이벤트를 b로 나타내면 수학적 식 6을 하기의 수학적 식 7과 같이 단순화할 수 있다.

수학적 식 7

$$p(t|x) \approx \hat{p}(t|x) = 1 / \left(1 + \frac{w_b \exp(-(x - \mu_b)^2 / 2\sigma^2)}{w_t \exp(-(x - \mu_t)^2 / 2\sigma^2)} \right)$$

[0057]

[0058]

또한, 상기의 수학적 식 7을 하기의 수학적 식 8과 같이 정리할 수 있고, 수학적 식 8에 기재된 k는 하기의 수학적 식 9와 같이 정의될 수 있다.

수학적 식 8

$$\hat{p}(t|x) = 1 / (1 + \exp(-k(x - x_0)))$$

[0059]

수학적 식 9

$$(k = (\mu_t - \mu_b) / \sigma^2 \cdot \log(w_t - w_b), \quad x_0 = (\mu_t + \mu_b) / 2)$$

[0060]

[0061]

즉, 특정 복셀이 x라는 HU값을 가질 때, 특정 복셀이 치아 영역에 속할 사후확률은 수학적 식 8과 같이 logistic함수를 통해 산출할 수 있고, 수학적 식 2에서 산출된 치조골 영역의 HU값과, 수학적 식 5에서 산출된 치아 영역에 속한 복셀 히스토그램으로부터 확인된 치아 영역의 HU값을 이용하면 x_0 의 추정이 가능하다. 단, k는 σ 와 가중치 값 w_b 와 w_t 를 알 수 없으므로, 실험적으로 획득할 수 있다. 이때, k값은 -20으로 설정될 수 있다.

[0062]

제어부(150)는 상기의 수학적 식 8을 치아 확률맵과 관련된 학습용 영상데이터의 원본에 적용하여 치아 영역을 강조하고, 치아 외의 영역을 0에 가깝게 나타내어 치아가 위치할만한 부분에 대한 단서를 CNN 알고리즘에 제공한다. 이때, 제어부(150)는 치아 확률맵을 CNN알고리즘에 제공할 수 있다.

[0063]

205단계에서 제어부(150)는 학습용 영상데이터의 라벨링(labeling)을 수행하고, 207단계에서 제어부(150)는 치아와 치조골이 통합된 제2 학습데이터를 생성한다. 이는 하기의 도 5를 이용하여 보다 구체적으로 설명하기로 한다. 도 5는 본 발명의 실시 예에 따른 치조골 영역과 치아 영역을 하나의 레이블로 통합한 라벨 통합 영상데이터를 나타낸 화면예시도이다.

[0064]

도 5를 참조하면, 제어부(150)는 학습용 영상데이터의 분석을 통해 도 5의 (a)와 같이 치아(501) 및 치조골(502) 영역으로 각각 라벨링을 수행한다. 이때, 제어부(150)는 치아와 치조골을 제외한 영역(503)에 대한 라벨링을 수행할 수도 있다. 제어부(150)는 치아(501)와 치조골(502)의 라벨링을 통합하여 도 5의 (b)와 같은 라벨

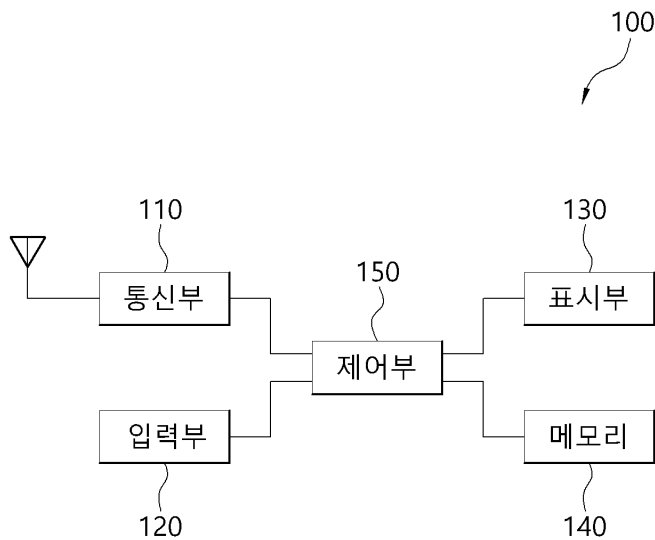
통합 영상데이터(510)를 생성한다. 이때, 제어부(150)는 라벨 통합 영상데이터(510)를 U-Net, UDS-Net 등의 CNN 알고리즘에 적용하여 제2 학습데이터를 생성한다.

[0065] 209단계에서 제어부(150)는 치조골을 검출하고자 하는 대상 영상데이터에서 치아 영상데이터와 통합 영상데이터를 추출한다. 이를 위해, 제어부(150)는 제1 학습데이터와 제2 학습데이터를 기반으로 대상 영상데이터에서 치아 영상데이터와 통합 영상데이터를 추출할 수 있다. 211단계에서 제어부(150)는 대상 영상데이터에서 추출된 치아 영상데이터와 통합 영상데이터를 차분하여 차영상데이터를 획득한다. 213단계에서 제어부(150)는 차영상데이터에 포함된 노이즈데이터를 확인하여 제거한다. 이때, 제어부(150)는 차영상데이터에서 임계픽셀(예컨대, 300픽셀) 이하의 blob이 확인되면 이를 노이즈데이터인 것으로 확인하여 이를 제거할 수 있다. 215단계에서 제어부(150)는 차영상데이터에서 노이즈데이터가 제거된 영상데이터를 대상 영상데이터에서의 치조골 영상데이터로 획득한다.

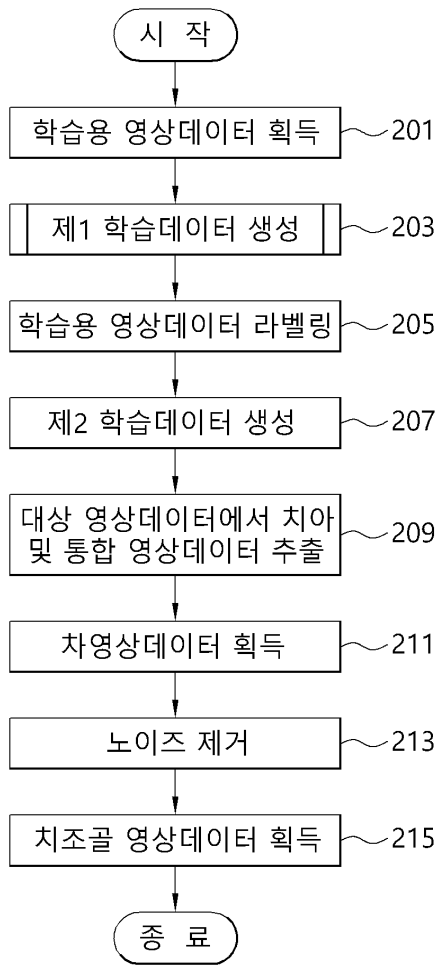
[0067] 본 명세서와 도면에 개시된 본 발명의 실시 예들은 본 발명의 기술 내용을 쉽게 설명하고 본 발명의 이해를 돕기 위해 특정 예를 제시한 것일 뿐이며, 본 발명의 범위를 한정하고자 하는 것은 아니다. 따라서 본 발명의 범위는 여기에 개시된 실시 예들 이외에도 본 발명의 기술적 사상을 바탕으로 도출되는 모든 변경 또는 변형된 형태가 본 발명의 범위에 포함되는 것으로 해석되어야 한다.

도면

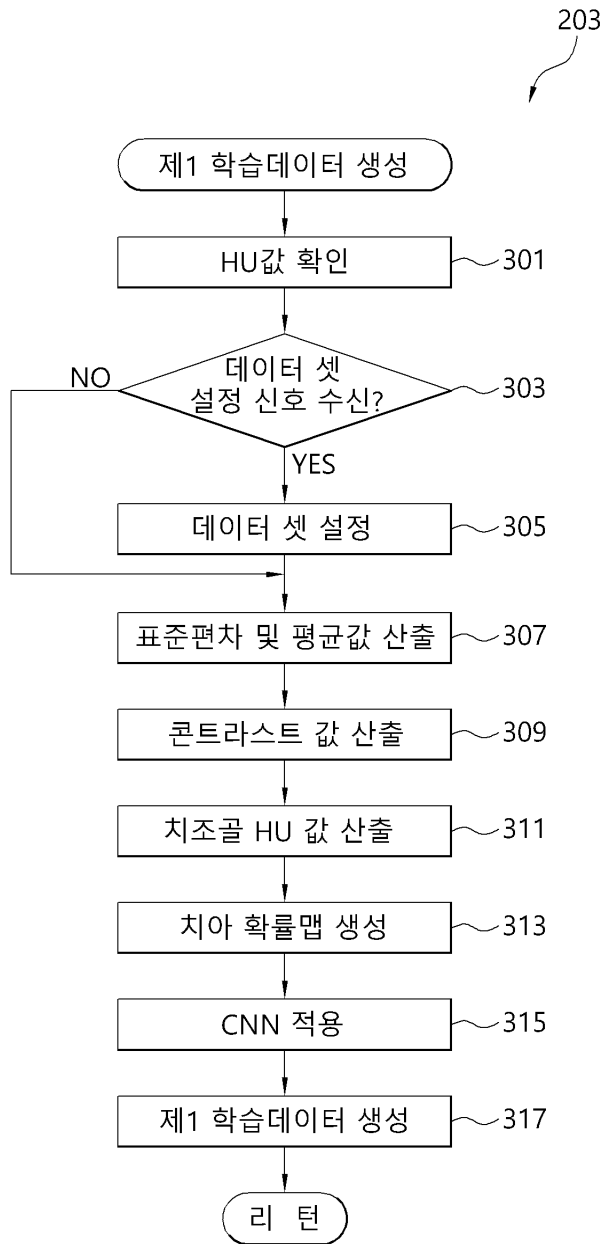
도면1



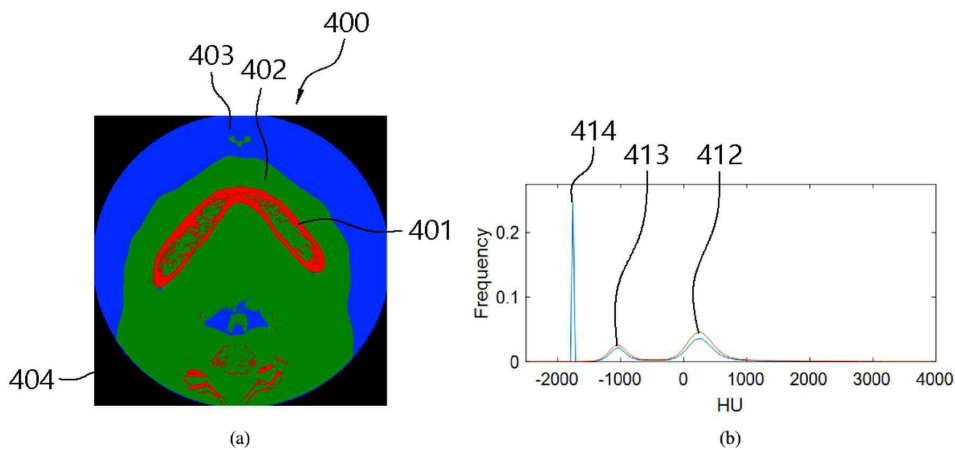
도면2



도면3



도면4



도면5

