(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2024-0109357
(43) 공개일자 2024년07월11일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
A61B 6/51 (2024.01) *A61B 6/00* (2024.01)
A61B 6/12 (2024.01) *G06T 7/00* (2017.01)
(52) CPC특허분류
A61B 6/51 (2024.01)
A61B 6/12 (2024.01)
(21) 출원번호 10-2023-0000997
(22) 출원일자 2023년01월04일
심사청구일자 2023년01월04일

(71) 출원인
연세대학교 산학협력단
서울특별시 서대문구 연세로 50 (신촌동, 연세대학교)
(72) 발명자
김종은
서울시 서대문구 연세로 50-1 연세대학교 치과대학
박지현
서울시 서대문구 연세로 50-1 연세대학교 치과대학
(74) 대리인
특허법인비엘티

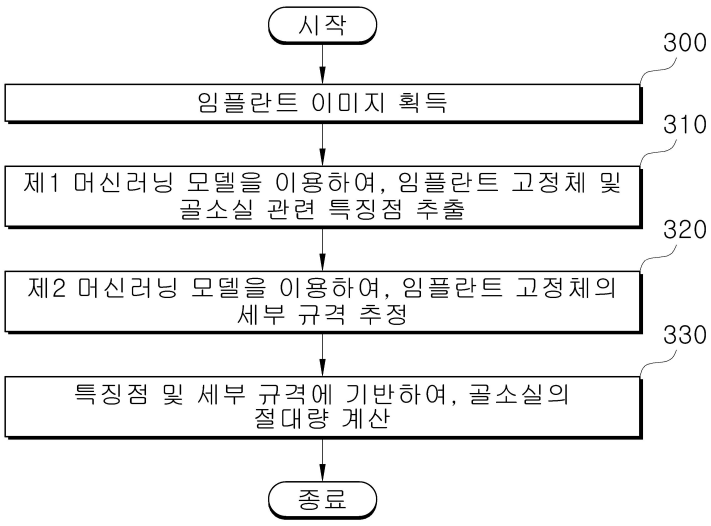
전체 청구항 수 : 총 20 항

(54) 발명의 명칭 **머신 러닝 모델 기반의 임플란트 고정체의 규격 식별을 이용한 임플란트 주위염 진단 장치 및 그 방법**

(57) 요 약

임플란트 주위염을 진단하는 방법으로, 임플란트 고정체 영역 및 인근 지지조직 영역이 포함된 임플란트 이미지를 획득하는 단계, 제1 머신러닝 모델을 통해, 임플란트 고정체 및 골소실 관련 특징점들을 추출하는 단계, 제2 머신러닝 모델을 통해, 임플란트 고정체 영역에 기반하여 임플란트 고정체의 세부 규격을 추정하는 단계, 및 특징점들 및 세부 규격에 기반하여 골소실의 절대량을 결정하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 한다.

대 표 도 - 도3



(52) CPC특허분류
A61B 6/5217 (2020.08)
G06T 7/0012 (2013.01)
G06T 2207/20081 (2013.01)
G06T 2207/30036 (2013.01)
G06T 2207/30052 (2013.01)

명 세 서

청구범위

청구항 1

임플란트 주위염 진단 장치에 의해 수행되는 방법에 있어서,

임플란트 고정체 영역 및 인근 지지조직 영역이 포함된 임플란트 이미지를 획득하는 단계;

제1 머신러닝 모델을 통해, 상기 임플란트 고정체 및 골소실 관련 특징점들을 추출하는 단계;

제2 머신러닝 모델을 통해, 상기 임플란트 고정체 영역에 기반하여 상기 임플란트 고정체의 세부 규격을 추정하는 단계; 및

상기 특징점들 및 상기 세부 규격에 기반하여 골소실의 절대량을 결정하는 단계;를 포함하는,

임플란트 주위염 진단 방법.

청구항 2

제1 항에 있어서,

상기 임플란트 이미지는 치근단 방사선 사진(periapical radiograph)을 포함하는,

임플란트 주위염 진단 방법.

청구항 3

제2 항에 있어서,

상기 임플란트 고정체 및 골소실 관련 특징점들은,

상기 임플란트 고정체의 상부 양 끝 점 및 최하부점; 및

상기 임플란트 고정체와 상기 인근 지지조직이 만나는 적어도 하나의 지점;을 포함하는,

임플란트 주위염 진단 방법.

청구항 4

제3 항에 있어서,

상기 임플란트 고정체 및 골소실 관련 특징점들에 기반하여 좌표계를 생성하는 단계;를 더 포함하는,

임플란트 주위염 진단 방법.

청구항 5

제4 항에 있어서,

상기 좌표계에 기반하여 상기 임플란트 고정체의 높이에 대한 상기 인근 지지조직의 높이의 비율을 계산하는 단계;를 포함하는,

임플란트 주위염 진단 방법.

청구항 6

제5 항에 있어서,

상기 제2 머신러닝 모델은 딥러닝 방식에 기반하여 복수의 임플란트 이미지를 이용하여 학습되고, 상기 복수의 임플란트 이미지는 임플란트 고정체 영역이 바운딩 박스로 특정된 이미지 또는 상기 임플란트 고정체의 특징점이 마킹된 이미지를 포함하는,

임플란트 주위염 진단 방법.

청구항 7

제5 항에 있어서,

상기 제2 머신러닝 모델은 상기 임플란트 고정체의 나사선 개수 및 상기 나사선 개수에 따른 길이를 이용하여 사전에 정의된 규칙 기반 학습 방식에 기반하는,

임플란트 주위염 진단 방법.

청구항 8

제6 항에 있어서,

상기 골소실의 절대량을 결정하는 단계는,

상기 임플란트 고정체의 높이에 대한 상기 인근 지지조직의 높이의 비율 및 상기 임플란트 고정체의 길이를 이용하여 상기 골소실의 절대량을 계산하는 단계; 및

데이터베이스를 참조하여, 상기 골소실의 절대량에 따른 상기 임플란트 주위염의 중증도를 평가하는 단계;를 포함하는,

임플란트 주위염 진단 방법.

청구항 9

제8 항에 있어서,

상기 데이터베이스에 저장된 비례식에 기반하여 상기 골소실의 부피를 계산하는 단계;를 더 포함하는,

임플란트 주위염 진단 방법.

청구항 10

컴퓨터와 결합되어, 제1항 내지 제9항 중 어느 한 항의 임플란트 주위염 진단 방법을 실행시키기 위하여 컴퓨터 판독 가능한 기록매체에 저장된 프로그램.

청구항 11

컴퓨터와 결합되어, 제1항 내지 제9항 중 어느 한 항의 임플란트 주위염 진단 방법을 실행시키기 위한 프로그램이 저장된 컴퓨터 판독 가능한 기록매체.

청구항 12

이미지 획득부; 및

제1 머신러닝 모델, 제2 머신러닝 모델 및 데이터베이스가 저장된 메모리;의 동작을 제어하는 제어부;를 포함하고,

상기 제어부는,

상기 이미지 획득부를 이용하여 임플란트 고정체 영역 및 인근 지지조직 영역이 포함된 임플란트 이미지를 획득하고,

상기 제1 머신러닝 모델을 통해, 상기 임플란트 고정체 및 골소실 관련 특징점들을 추출하고,

상기 제2 머신러닝 모델을 통해, 상기 임플란트 고정체 영역에 기반하여 상기 임플란트 고정체의 세부 규격을 추정하고,

상기 특징점들 및 상기 세부 규격에 기반하여 골소실의 절대량을 결정하는,

임플란트 주위염 진단 장치.

청구항 13

제12 항에 있어서,

상기 임플란트 이미지는 치근단 방사선 사진(periapical radiograph)을 포함하는,

임플란트 주위염 진단 장치.

청구항 14

제13 항에 있어서,

상기 임플란트 고정체 및 골소실 관련 특징점들은,

상기 임플란트 고정체의 상부 양 끝 점 및 최하부점; 및

상기 임플란트 고정체와 상기 인근 지지조직이 만나는 적어도 하나의 지점;을 포함하는,

임플란트 주위염 진단 장치.

청구항 15

제14 항에 있어서,

상기 제어부는,

상기 임플란트 고정체 및 골소실 관련 특징점들에 기반하여 좌표계를 생성하는,

임플란트 주위염 진단 장치.

청구항 16

제15 항에 있어서,

상기 제어부는,

상기 좌표계에 기반하여 상기 임플란트 고정체의 높이에 대한 상기 인근 지지조직의 높이의 비율을 계산하는,

임플란트 주위염 진단 장치.

청구항 17

제16 항에 있어서,

상기 제2 머신러닝 모델은 딥러닝 방식에 기반하여 복수의 임플란트 이미지를 이용하여 학습되고, 상기 복수의 임플란트 이미지는 임플란트 고정체 영역이 바운딩 박스로 특정된 이미지 또는 상기 임플란트 고정체의 특징점이 마킹된 이미지를 포함하는,

임플란트 주위염 진단 장치.

청구항 18

제16 항에 있어서,

상기 제2 머신러닝 모델은 상기 임플란트 고정체의 나사선 개수 및 상기 나사선 개수에 따른 길이를 이용하여 사전에 정의된 규칙 기반 학습 방식에 기반하는,

임플란트 주위염 진단 장치.

청구항 19

제17 항에 있어서,

상기 제어부는,

상기 임플란트 고정체의 높이에 대한 상기 인근 지지조직의 높이의 비율 및 상기 임플란트 고정체의 길이를 이용하여 상기 골소실의 절대량을 계산하고,

상기 데이터베이스를 참조하여, 상기 골소실의 절대량에 따른 상기 임플란트 주위염의 중증도를 평가하는,

임플란트 주위염 진단 장치.

청구항 20

제19 항에 있어서,

상기 제어부는,

상기 데이터베이스에 저장된 비례식에 기반하여 상기 골소실의 부피를 계산하는,

임플란트 주위염 진단 장치.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 개시는 임플란트 주위염 진단 장치 및 그 방법에 관한 것이다. 보다 상세하게는, 본 개시는 머신 러닝 모델 기반의 임플란트 고정체의 규격 식별을 이용한 임플란트 주위염 진단 장치 및 그 방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 임플란트의 치료는 치주염 등의 병적 요인, 외상 또는 선천적인 요인으로 인한 치아의 결손을 회복하기 위하여 치과 치료에 도입되었다. 이후 임플란트 고정체의 구성 재료와 표면 처리 등의 발전은 개별 임플란트의 수명에 긍정적인 영향을 미친 것으로 평가되고 있다. 이러한 발전으로 임플란트를 이용한 치료는 과거보다 널리 환자들에게 적용되고 있다.

[0003] 그러나 임플란트의 보급과 장기간 경과가 진행됨에 따라 이와 관련한 질환들도 증가하고 있다. 이러한 질환들 중 임플란트 주위염(peri-implantitis)이 있다. 임플란트 주위염이 진행 시, 치주염(periodontitis)과 유사하게 치아를 대신한 임플란트 고정체 주위의 지지조직들에 염증이 발생하거나, 흡수되는 증상이 발생할 수 있다. 임플란트 주위염의 중증도(severity)를 평가하기 위해서는 임플란트 주위의 골흡수(absorption) 또는 골소실(bone loss) 양(이하, 골소실 양)을 평가할 수 있다.

[0004] 종래에는 임플란트 주위염의 중증도를 평가하기 위하여 골소실의 상대량을 판독하였다. 예를 들어, 임상의사나 영상의학자들은 개별 임플란트에 대한 치근단 사진을 통해 '임플란트의 약 20%에 해당하는 골소실이 있음' 또는 '임플란트 나사산 2-3개 해당하는 골소실이 있음'과 같은 골소실의 상대량에 기반하여 중증도를 판단하여 왔다.

[0005] 하지만 이와 같은 평가는 각 임플란트 고정체의 길이 변화에 따른 개별 환자, 개별 임플란트의 변이(길이의 차이, 나사산 간의 거리 등)를 반영하지 못하여 객관적인 중증도 평가가 이루어지기 어렵다는 문제가 발생한다.

[0006] 객관적인 중증도 평가를 위하여 골소실의 절대량을 측정하는 방안들이 고안되고 있으나, 각 방사선 사진의 해상도의 차이 및 촬영 당시 촬영 각도로 인한 왜곡 등으로 인하여 정확한 골소실의 절대량 측정의 어려움이 보고되고 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0007] (특허문헌 0001) (특허 문헌 001) KR 10-2022-0068583

(특허문헌 0002) (특허 문헌 002) KR 10-2022-0068583

(특허문헌 0003) (특허 문헌 003) US 9988682

발명의 내용

해결하려는 과제

[0008] 본 개시에 개시된 실시예는 머신 러닝에 기반한 임플란트 고정체의 세부 규격 식별을 이용하여 골소실의 절대량

을 측정하고, 임플란트 주위염의 중증도를 진단하는데 그 목적이 있다.

[0009] 본 개시가 해결하고자 하는 과제들은 이상에서 언급된 과제로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 과제들은 아래의 기재로부터 통상의 기술자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

[0010] 상술한 기술적 과제를 달성하기 위한 본 개시에 따른 임플란트 주위염 진단 방법은, 임플란트 고정체 영역 및 인근 지지조직 영역이 포함된 임플란트 이미지를 획득하는 단계, 제1 머신러닝 모델을 통해, 임플란트 고정체 및 골소실 관련 특징점들을 추출하는 단계, 제2 머신러닝 모델을 통해, 임플란트 고정체 영역에 기반하여 임플란트 고정체의 세부 규격을 추정하는 단계, 특징점들 및 세부 규격에 기반하여 골소실의 절대량을 결정하는 단계를 포함할 수 있다.

[0011] 또한, 상술한 기술적 과제를 달성하기 위한 본 개시에 따른 임플란트 주위염 진단 장치는, 이미지 획득부; 및 제1 머신러닝 모델, 제2 머신러닝 모델 및 데이터베이스가 저장된 메모리;의 동작을 제어하는 제어부;를 포함하고, 상기 제어부는, 상기 이미지 획득부를 이용하여 임플란트 고정체 영역 및 인근 지지조직 영역이 포함된 임플란트 이미지를 획득하고, 상기 제1 머신러닝 모델을 통해, 상기 임플란트 고정체 및 골소실 관련 특징점들을 추출하고, 상기 제2 머신러닝 모델을 통해, 상기 임플란트 고정체 영역에 기반하여 상기 임플란트 고정체의 세부 규격을 추정하고, 상기 특징점들 및 상기 세부 규격에 기반하여 골소실의 절대량을 결정하는 것을 특징으로 한다.

[0012] 이 외에도, 본 개시를 구현하기 위한 실행하기 위한 컴퓨터 판독 가능한 기록 매체에 저장된 컴퓨터 프로그램이 더 제공될 수 있다.

[0013] 이 외에도, 본 개시를 구현하기 위한 방법을 실행하기 위한 컴퓨터 프로그램을 기록하는 컴퓨터 판독 가능한 기록 매체가 더 제공될 수 있다.

발명의 효과

[0014] 본 개시의 전술한 과제 해결 수단에 의하면, 임플란트 인근 지지조직의 골소실의 절대량을 측정하여 임플란트 주위염 진단의 객관성을 향상시키는 효과를 제공한다.

[0015] 본 개시의 효과들은 이상에서 언급된 효과로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 효과들은 아래의 기재로부터 통상의 기술자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

도면의 간단한 설명

[0016] 도 1은 본 개시의 임플란트 주위염 진단 시스템을 도시한 것이다.

도 2는 본 개시의 임플란트 주위염 진단 장치의 블록도이다.

도 3은 본 개시의 임플란트 주위염 진단 장치의 동작을 설명하기 위한 흐름도이다.

도 4는 제1 머신 러닝 모델의 동작을 도시한 것이다.

도 5a 및 5b는 제2 머신 러닝 모델의 동작을 도시한 것이다.

도 6은 임플란트 고정체 및 인근 지지 조직의 높이를 이용한 골 소실의 절대량 측정을 도시한 것이다.

도 7은 골소실 부피를 계산하는 방법을 도시한 것이다.

도 8은 임플란트 주위염이 진행된 환자의 임플란트 주변부를 3차원 이미지로 도시한 것이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0017] 본 개시 전체에 걸쳐 동일 참조 부호는 동일 구성요소를 지칭한다. 본 개시가 실시예들의 모든 요소들을 설명하는 것은 아니며, 본 개시가 속하는 기술분야에서 일반적인 내용 또는 실시예들 간에 중복되는 내용은 생략한다. 명세서에서 사용되는 '부, 모듈, 부재, 블록'이라는 용어는 소프트웨어 또는 하드웨어로 구현될 수 있으며, 실시예들에 따라 복수의 '부, 모듈, 부재, 블록'이 하나의 구성요소로 구현되거나, 하나의 '부, 모듈, 부재, 블록'이 복수의 구성요소들을 포함하는 것도 가능하다.

[0018] 명세서 전체에서, 어떤 부분이 다른 부분과 "연결"되어 있다고 할 때, 이는 직접적으로 연결되어 있는 경우 뿐 아니라, 간접적으로 연결되어 있는 경우를 포함하고, 간접적인 연결은 무선 통신망을 통해 연결되는 것을 포함한다.

[0019] 또한 어떤 부분이 어떤 구성요소를 "포함"한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성요소를 더 포함할 수 있는 것을 의미한다.

[0020] 명세서 전체에서, 어떤 부재가 다른 부재 "상에" 위치하고 있다고 할 때, 이는 어떤 부재가 다른 부재에 접해 있는 경우뿐 아니라 두 부재 사이에 또 다른 부재가 존재하는 경우도 포함한다.

[0021] 제 1, 제 2 등의 용어는 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하기 위해 사용되는 것으로, 구성요소가 전술된 용어들에 의해 제한되는 것은 아니다.

[0022] 단수의 표현은 문맥상 명백하게 예외가 있지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다.

[0023] 각 단계들에 있어 식별부호는 설명의 편의를 위하여 사용되는 것으로 식별부호는 각 단계들의 순서를 설명하는 것이 아니며, 각 단계들은 문맥상 명백하게 특정 순서를 기재하지 않는 이상 명기된 순서와 다르게 실시될 수 있다.

[0024] 이하 첨부된 도면들을 참고하여 본 개시의 작용 원리 및 실시예들에 대해 설명한다.

[0025] 본 명세서에서 '본 개시에 따른 장치'는 연산처리를 수행하여 사용자에게 결과를 제공할 수 있는 다양한 장치들이 모두 포함된다. 예를 들어, 본 개시에 따른 장치는, 컴퓨터, 서버 장치 및 휴대용 단말기를 모두 포함하거나, 또는 어느 하나의 형태가 될 수 있다.

[0026] 여기에서, 상기 컴퓨터는 예를 들어, 웹 브라우저(WEB Browser)가 탑재된 노트북, 데스크톱(desktop), 랩톱(laptop), 태블릿 PC, 슬레이트 PC 등을 포함할 수 있다.

[0027] 상기 서버 장치는 외부 장치와 통신을 수행하여 정보를 처리하는 서버로써, 애플리케이션 서버, 컴퓨팅 서버, 데이터베이스 서버, 파일 서버, 게임 서버, 메일 서버, 프록시 서버 및 웹 서버 등을 포함할 수 있다.

[0028] 상기 휴대용 단말기는 예를 들어, 휴대성과 이동성이 보장되는 무선 통신 장치로서, PCS(Personal Communication System), GSM(Global System for Mobile communications), PDC(Personal Digital Cellular), PHS(Personal Handyphone System), PDA(Personal Digital Assistant), IMT(International Mobile Telecommunication)-2000, CDMA(Code Division Multiple Access)-2000, W-CDMA(W-Code Division Multiple Access), WiBro(Wireless Broadband Internet) 단말, 스마트 폰(Smart Phone) 등과 같은 모든 종류의 핸드헬드(Handheld) 기반의 무선 통신 장치와 시계, 반지, 팔찌, 발찌, 목걸이, 안경, 콘택트 렌즈, 또는 머리 착용형 장치(head-mounted-device(HMD) 등과 같은 웨어러블 장치를 포함할 수 있다.

[0029] 도 1은 본 개시의 임플란트 주위염 진단 시스템을 도시한 것이다.

[0030] 일 실시 예에서, 임플란트 이미지(110)는 환자의 임플란트 부위를 촬영한 치근단 방사선 사진(periapical radiograph)으로 이해될 수 있다. 임플란트 이미지(110)는 임플란트 고정체(115) 형상을 포함할 수 있다. 영역(120)을 참조하면, 해당 환자는 임플란트 주위염이 진행되어 임플란트 인근 지지조직의 골흡수 및/또는 골소실이 발생한 것으로 이해될 수 있다. 이 경우, 임플란트 고정체 인근 지지조직의 높이가 임플란트 고정체의 높이보다 낮을 수 있다.

[0031] 일 실시 예에서, 임플란트 주위염 진단 장치(100)(이하, 장치)는 머신러닝 모델에 기반하여 임플란트 이미지(110)에 나타나는 골소실의 절대량을 측정할 수 있다. 장치(100)는 골소실의 절대량을 이용하여 임플란트 주위염의 중증도를 평가할 수 있다.

[0032] 도 2는 본 개시의 임플란트 주위염 진단 장치의 블록도이다.

[0033] 도 2를 참고하면, 본 개시에 따른 장치(100)는 제어부(200), 이미지 획득부(210), 및/또는 메모리(220)를 포함할 수 있다. 일 실시 예에서, 메모리(220)에는 제1 머신러닝 모델(230), 제2 머신러닝 모델(240), 및/또는 데이터베이스(database)가 저장될 수 있다. 일 실시 예에서, 제1 머신러닝 모델(230) 및 제2 머신러닝 모델(240)은 캐스케이드(cascade) 구조로 연결될 수 있다.

[0034] 일 실시 예에서, 제어부(200)는 본 장치 내의 구성요소들의 동작을 제어하기 위한 알고리즘 또는 알고리즘을 재현한 프로그램에 대한 데이터를 저장하는 메모리(220), 및 메모리(220)에 저장된 데이터를 이용하여 전술한 동

작을 수행하는 적어도 하나의 프로세서(미도시)로 구현될 수 있다. 이때, 메모리(220)와 프로세서는 각각 별개의 칩으로 구현될 수 있다. 또는, 메모리(220)와 프로세서는 단일 칩으로 구현될 수도 있다.

[0035] 또한, 제어부(200)는 이하의 도 2 내지 도 7에서 설명되는 본 개시에 따른 다양한 실시 예들을 본 장치 상에서 구현하기 위하여, 위에서 살펴본 구성요소들을 중 어느 하나 또는 복수를 조합하여 제어할 수 있다.

[0036] 일 실시 예에서, 이미지 획득부(210)는, 임플란트 이미지를 획득할 수 있다. 예를 들어, 임플란트 이미지는 임플란트 치료 부위를 촬영한 치근단 방사선 사진(periapical radiograph)일 수 있다. 임플란트 이미지는 임플란트 고정체 영역 및 인근 지지조직 영역을 포함할 수 있다.

[0037] 일 실시 예에서, 메모리(220)는 본 장치(100)의 다양한 기능을 지원하는 데이터와, 제어부(200)의 동작을 위한 프로그램을 저장할 수 있고, 입/출력되는 데이터들(예를 들어, 음악 파일, 정지영상, 동영상 등)을 저장할 있고, 본 장치(100)에서 구동되는 다수의 응용 프로그램(application program 또는 애플리케이션(application)), 본 장치(100)의 동작을 위한 데이터들, 명령어들을 저장할 수 있다. 이러한 응용 프로그램 중 적어도 일부는, 무선 통신을 통해 외부 서버로부터 다운로드 될 수 있다.

[0038] 이러한, 메모리(220)는 플래시 메모리 타입(flash memory type), 하드디스크 타입(hard disk type), SSD 타입(Solid State Disk type), SDD 타입(Silicon Disk Drive type), 멀티미디어 카드 마이크로 타입(multimedia card micro type), 카드 타입의 메모리(예를 들어 SD 또는 XD 메모리 등), 램(random access memory; RAM), SRAM(static random access memory), 롬(read-only memory; ROM), EEPROM(electrically erasable programmable read-only memory), PROM(programmable read-only memory), 자기 메모리, 자기 디스크 및 광디스크 중 적어도 하나의 타입의 저장매체를 포함할 수 있다. 또한, 메모리(220)는 본 장치(100)와는 분리되어 있으나, 유선 또는 무선으로 연결된 데이터베이스가 될 수도 있다.

[0039] 일 실시 예에서, 제1 머신러닝 모델(230)은 임플란트 이미지에 기반하여 임플란트 고정체 및 골소실 관련 특징점을 추출할 수 있다. 일 실시 예에서, 제1 머신러닝 모델(230)은 심층 신경망 네트워크(Deep Neural Network)에 기반한 딥러닝(Deep Learning) 방식을 이용할 수 있다. 예를 들어, 제1 머신러닝 모델(230)은 컨볼루션 뉴럴 네트워크(Convolution Neural Network, CNN) 방식에 기반할 수 있다.

[0040] 일 실시 예에서, 제2 머신러닝 모델(240)은 임플란트 이미지에 기반하여 임플란트 고정체의 세부 규격을 추정할 수 있다. 일 실시 예에서, 제2 머신러닝 모델(240)은 딥러닝 방식 또는 규칙 기반 학습(Rule Based Learning) 방식을 이용할 수 있다. 예를 들어, 세부 규격은 임플란트 고정체의 길이 및/또는 상부 직경을 포함할 수 있다.

[0041] 일 실시 예에서, 데이터 베이스(250)에는 임플란트 제조사(또는 모델) 정보, 고정체의 길이 및/또는 상부 직경 정보, 및/또는 골소실의 절대량에 따른 중증도 정보가 저장될 있다.

[0042] 일 실시 예에서, 본 개시의 임플란트 주위염 진단 방법은, 임플란트 고정체 영역 및 인근 지지조직 영역이 포함된 임플란트 이미지를 획득하는 단계, 제1 머신러닝 모델을 통해, 임플란트 고정체 및 골소실 관련 특징점들을 추출하는 단계, 제2 머신러닝 모델을 통해, 임플란트 고정체 영역에 기반하여 임플란트 고정체의 세부 규격을 추정하는 단계, 및 특징점들 및 세부 규격에 기반하여 골소실의 절대량을 결정하는 단계를 포함할 수 있다. 예를 들어, 임플란트 이미지는 치근단 방사선 사진(periapical radiograph)을 포함할 수 있다.

[0043] 일 실시 예에서, 임플란트 고정체 및 골소실 관련 특징점들은, 임플란트 고정체의 상부 양 끝 점 및 최하부점, 임플란트 고정체와 인근 지지조직이 만나는 적어도 하나의 지점을 포함할 수 있다. 일 실시 예에서, 임플란트 주위염 진단 방법은 임플란트 고정체 및 골소실 관련 특징점들에 기반하여 좌표계를 생성하는 단계를 더 포함할 수 있다. 일 실시 예에서, 임플란트 주위염 진단 방법은 좌표계에 기반하여 임플란트 고정체의 높이에 대한 인근 지지조직의 높이의 비율을 계산하는 단계를 더 포함할 수 있다.

[0044] 일 실시 예에서, 제2 머신러닝 모델은 딥러닝 방식에 기반하여 복수의 임플란트 이미지를 이용하여 학습되고, 복수의 임플란트 이미지는 임플란트 고정체 영역이 바운딩 박스로 특정된 이미지 또는 임플란트 고정체의 특징점이 마킹된 이미지를 포함할 수 있다. 다른 실시 예에서, 제2 머신러닝 모델은 임플란트 고정체의 나사선 개수 및 나사선 개수에 따른 길이를 이용하여 사전에 정의된 규칙 기반 학습 방식에 기반할 수 있다.

[0045] 일 실시 예에서, 골소실의 절대량을 결정하는 단계는, 임플란트 고정체의 높이에 대한 인근 지지조직의 높이의 비율 및 임플란트 고정체의 길이를 이용하여 골소실의 절대량을 계산하고, 데이터베이스를 참조하여 골소실의 절대량에 따른 임플란트 주위염의 중증도(severity)를 평가하는 단계를 포함할 수 있다.

[0046] 일 실시 예에서, 임플란트 주위염 진단 방법은, 데이터베이스에 저장된 비례식에 기반하여 골소실의 부피를 계

산하는 단계를 더 포함할 수 있다.

[0047] 도 2에 도시된 구성요소들은 본 개시에 따른 장치(100)를 구현하는데 있어서 필수적인 것은 아니어서, 본 명세서 상에서 설명되는 장치(100)는 위에서 열거된 구성요소들 보다 많거나, 또는 적은 구성요소들을 가질 수 있다.

[0048] 한편, 도 2에서 도시된 각각의 구성요소는 소프트웨어 및/또는 Field Programmable Gate Array(FPGA) 및 주문형 반도체(ASIC, Application Specific Integrated Circuit)와 같은 하드웨어 구성요소를 의미한다.

[0049] 도 3은 본 개시의 임플란트 주위염 진단 장치의 동작을 설명하기 위한 흐름도이다.

[0050] 동작 300에서, 제어부(200)는 이미지 획득부(210)를 통해 임플란트 이미지를 획득할 수 있다. 예를 들어, 임플란트 이미지는 치근단 방사선 사진일 수 있다. 임플란트 이미지는 임플란트 고정체 영역 및 인근 지지조직 영역을 포함할 수 있다.

[0051] 동작 310에서, 제어부(200)는 제1 머신러닝 모델(230)을 이용하여, 임플란트 고정체 및 골소실 관련 특징점을 추출할 수 있다. 예를 들어, 임플란트 고정체의 특징점은 임플란트 고정체의 상부 양 끝 점 및 최하부점을 포함할 수 있다. 예를 들어, 골소실의 특징점은 인근 지지조직과 임플란트 고정체가 만나는 적어도 하나의 지점을 포함할 수 있다. 제1 머신러닝 모델(230)의 구체적인 동작은 후술한다.

[0052] 동작 320에서, 제어부(200)는 제2 머신러닝 모델(240)을 이용하여, 임플란트고정체의 세부 규격을 추정할 수 있다. 일 실시 예에서, 제2 머신러닝 모델(240)은 딥러닝(Deep Learning) 또는 규칙 기반 학습(Rule Based Learning) 방식을 이용하여 임플란트 고정체의 세부 규격을 추정할 수 있다. 예를 들어, 고정체의 세부 규격은 고정체의 상부 직경 및/또는 길이를 포함할 수 있다. 제2 머신러닝 모델(240)의 구체적인 동작은 후술한다.

[0053] 동작 330에서, 제어부(200)는 특징점 및 세부 규격에 기반하여, 골소실의 절대량을 계산할 수 있다. 일 실시 예에서, 제어부(200)는 골소실의 절대량 계산을 위하여, 임플란트 고정체의 높이에 대한 인근 지지조직의 높이의 비율 및 임플란트 고정체의 길이를 이용할 수 있다.

[0054] 도 4는 제1 머신 러닝 모델의 동작을 도시한 것이다.

[0055] 일 실시 예에서, 제어부(200)는 임플란트 이미지(400)를 제1 머신러닝 모델(230)에 입력시킬 수 있다. 임플란트 이미지(400)는 임프란트 고정체 영역 및 인근 지지조직 영역을 포함할 수 있다. 제1 머신러닝 모델(230)은 복수의 임플란트 이미지를 이용하여 학습이 완료된 상태로 이해될 수 있다.

[0056] 일 실시 예에서, 제1 머신러닝 모델(230)은 임플란트 이미지(400)에 기반하여 임플란트 고정체를 식별하고, 인근 지지조직의 라인(line)을 감지(detection)할 수 있다.

[0057] 일 실시 예에서, 제1 머신러닝 모델(230)은 임플란트 이미지(400)에 기반하여 임플란트 고정체 및 골소실 관련 특징점을 추출할 수 있다. 일 실시 예에서, 임플란트 고정체의 특징점은 임플란트 고정체의 상부 양 끝 점(411, 413) 및 최하부점(419)을 포함할 수 있다. 일 실시 예에서, 골소실 관련 특징점은 임플란트 고정체와 인근 지지조직이 만나는 지점(415, 417)을 포함할 수 있다. 예를 들어, 인근 지지 조직의 높이는 골소실로 인해 임플란트 고정체의 높이보다 낮을 수 있다. 도 4의 특징점들은 예시적인 것으로, 본 개시의 실시 예가 이에 제한되는 것은 아니다.

[0058] 일 실시 예에서, 제어부(200)는 추출된 특징점들에 기반하여 2차원 좌표계(420)를 생성할 수 있다. 좌표계(420)에서, X 축은 임플란트 고정체의 상부 양 끝 점(411, 413)을 지나는 직선으로 정의될 수 있다. 좌표계(420)에서, Y 축은 상부 양 끝 점(411, 413)의 중심점 및 최하부점(419)을 지나는 직선으로 정의될 수 있다. 골소실 관련 특징점(411, 413)은 좌표계(420)에서 각각 B1, B2로 표시될 수 있다. 임플란트 고정체의 최하부점(419)은 좌표계(420)에서 I3로 표시될 수 있다. 좌표계(420)에서, 골소실 관련 특징점(B1, B2)은 임플란트 고정체의 높이를 기준으로 인근 지지 조직의 높이를 지시하는 것으로 이해될 수 있다.

[0059] 도 5a 및 5b는 제2 머신 러닝 모델의 동작을 도시한 것이다. 도 5a에서, 제2 머신러닝 모델(240)은 딥러닝 방식을 이용할 수 있다. 도 5b에서, 제2 머신러닝 모델(240)은 규칙 기반 학습 방식을 이용할 수 있다.

[0060] 도 5a를 참조하면, 제2 머신러닝 모델(240)은 복수의 임플란트 이미지를 통해 학습이 완료된 인공지능 모델일 수 있다. 일 실시 예에서, 복수의 임플란트 이미지는 전처리된 이미지일 수 있다. 예를 들어, 복수의 임플란트 이미지는 임플란트 고정체 영역이 오브젝트 디텍션(object detection) 또는 수기를 통해 바운딩 박스로 특정된 이미지일 수 있다. 또 다른 실시 예에서, 복수의 임플란트 이미지는 별도의 전처리가 수행되지 않은 원본 이미

지일 수 있다. 일 실시 예에서, 제2 머신러닝 모델(240)은 학습 시, 임플란트 고정체의 상부 직경보다 길이에 가중치를 두도록 설정될 수 있다.

[0061] 일 실시 예에서, 제어부(200)는 임플란트 이미지(400)를 제2 머신러닝 모델(240)에 입력시킬 수 있다. 일 실시 예에서, 제2 머신러닝 모델(240)은 딥러닝 방식에 기반하여 임플란트 고정체의 세부 규격을 식별할 수 있다. 예를 들어, 제2 머신러닝 모델(240)은 임플란트 고정체의 길이 및 상부 직경(또는 임플란트 고정체의 길이와 상부 직경의 비율)을 추정하고, 추정된 세부 규격에 대응하는 임플란트 고정체(500)를 식별할 수 있다.

[0062] 일 실시 예에서, 제어부(200)는 추정된 세부 규격 및 임플란트 모델(500)에 기초하여 임플란트 고정체의 길이(510)를 식별할 수 있다. 임플란트 고정체의 길이(510)는 임플란트 고정체의 상부 직경 및 길이의 비율을 이용하여 계산될 수 있다.

[0063] 도 5b를 참조하면, 제어부(200)는 임플란트 이미지(400)를 제2 머신러닝 모델(240)에 입력시킬 수 있다. 제2 머신러닝 모델(240)은 임플란트 이미지(400)에서 나사선의 개수(540)를 추출할 수 있다.

[0064] 일 실시 예에서, 제2 머신러닝 모델(240)은 규칙 기반 학습 방식을 이용할 수 있다. 제2 머신러닝 모델(240)의 규칙은 개발자에 의해 사전에 생성될 수 있다. 제2 머신러닝 모델(240)은 나사선 개수에 기반하여 임플란트 고정체의 길이(l)를 추정할 수 있다. 예를 들어, 제2 머신러닝 모델(240)은 나사선 개수가 12개인 경우, 임플란트 고정체의 길이(550)를 12㎜로 추정할 수 있다.

[0065] 도 6은 임플란트 고정체 및 인근 지지 조직의 높이를 이용한 골 소실의 절대량 측정을 도시한 것이다.

[0066] 일 실시 예에서, 장치(100)는 제1 머신러닝 모델(230)을 이용하여 생성한 좌표계(420) 및 제2 머신러닝 모델(240)을 이용하여 추정한 임플란트 고정체의 길이에 기반하여 골소실의 절대량을 계산할 수 있다.

[0067] 일 실시 예에서, 제어부(200)는 이미지(600)에서와 같이, 임플란트 고정체와 인근 지지 조직과의 높이 차이(610, 615)를 계산할 수 있다. 예를 들어, 제어부(200)는 도 4의 좌표계(420)를 통해 좌측의 골 소실 비율(R1=y1/y3)을 획득할 수 있다. 예를 들어, 제어부(200)는 도 4의 좌표계(420)를 통해 우측의 골소실 비율(R2=y2/y3)을 획득할 수 있다.

[0068] 일 실시 예에서, 제어부(200)는 도 5a 또는 도 5b를 통해 식별한 임플란트 고정체의 길이(L)를 이용하여 양 측 골소실의 절대량을 계산할 수 있다. 이미지(600)를 참조하면, 좌측의 골소실 절대량은 loss1(610), 우측의 골소실 절대량은 loss2(615)으로 표시될 수 있다. 일 실시 예에서, 제어부(200)는 loss1(610) = L*R1을 좌측의 골소실 절대량으로, loss2(615) = L*R2를 우측의 골소실 절대량으로 계산할 수 있다.

[0069] 일 실시 예에서, 제어부(200)는 데이터 베이스(250)를 참조하여, 골소실의 절대량을 기준으로 임플란트 주위염의 중증도를 평가할 수 있다. 예를 들어, 데이터 베이스(250)에는 골소실의 절대량에 따른 임플란트 주위염의 중증도 정보가 저장될 수 있다. 골소실의 절대량에 따른 중증도의 평가 기준은 표 1에 의해 참조될 수 있다.

표 1

[0070]

중증도	평가 기준
경도	Loss =< 4mm
중등도	4mm < Loss =<5mm
중증	5mm<Loss

[0071] 표 1에서, Loss는 도 6에서 계산된 loss1 및 loss2 각각을 의미하거나, loss1 및 loss2 중 큰 값을 의미할 수 있다. 다른 예에서, Loss는 loss1 및 loss2의 평균 값을 의미할 수 있다.

[0072] 도 7은 골소실 부피를 계산하는 방법을 나타낸 것이다. 일 실시 예에서, 제어부(200)는 비례식에 기반하여 골소실 부피를 계산할 수 있다. 이미지(700)에서 골소실의 절대량은 좌우측이 동일하게 loss1인 것으로 가정할 수 있다.

[0073] 이미지(700)와 같이, 인근 지지 조직의 라인이 임플란트 고정체와 만나는 지점을 기준으로 원뿔(710)이 형성될 수 있다. r1은 임플란트 고정체의 반지름을, r2는 원뿔의 밑 면 반지름을 지시할 수 있다. L1은 임플란트 고정체가 지지조직과 만나는 지점의 높이를, L2는 임플란트 고정체의 높이를 지시할 수 있다.

[0074] 일 실시 예에서, r1 및 L2는 도 5a 내지 도 5b의 실시 예에 따라 제2 머신러닝 모델(240)에 의해 추정될 수 있

다. L1은 도 6의 실시 예에 따라 계산될 수 있다. 일 실시 예에서, 제어부(200)는 수학식 1을 이용하여 r2를 계산하고, 이에 기반하여 수학식 2를 이용하여 골소실량의 부피를 계산할 수 있다.

수학식 1

[0075] $$r_2 = L_2 / L_1 * r_1$$

수학식 2

[0076] $$V_{loss} = \frac{1}{3} r_2^{\,2} * \pi * L_2 - \frac{1}{3} r_1^{\,2} * \pi * L_1 - r_1^{\,2} * (L_2 - L_1)$$

[0077] 일 실시 예에서, 좌측과 우측의 골소실의 절대량이 상이한 경우, 제어부(200)는 좌측을 기준으로 계산한 골소실 부피와 우측을 기준으로 계산한 골소실 부피의 평균 값을 최종 골소실 부피로 계산할 수 있다.

[0078] 도 8은 임플란트 주위염이 진행된 환자의 임플란트 주변부를 3차원 이미지로 도시한 것이다.

[0079] 일 실시 예에서, 이미지(800)는 임플란트 주위염이 진행된 환자의 임플란트 주변부를 예시적으로 도시한 것이다. 이미지(800)과 같은, 실제 3차원 이미지는 CBCT(cone beam computed tomography) 촬영을 통해 획득될 수 있다. 3차원 이미지는 복셀(voxel)로 구성될 수 있다.

[0080] 일 실시 예에서, 제어부(200)는 3차원 이미지(예: CBCT 사진)에 기반하여 골소실 부피를 계산할 수 있다. 제어부(200)는 획득된 3차원 이미지 중 골소실이 발생한 영역을 세그맨테이션(segmentation)하여 3차원 이미지 상에서의 골소실 부피 Vc 및 임플란트 고정체의 길이(Lc)를 계산할 수 있다. 제어부(200)는 도 5a 또는 도 5b에서와 같은 방법으로 임플란트 고정체의 실제 길이(Lr)를 추정할 수 있다. 제어부(200)는 추정된 임플란트 고정체의 실제 길이(Lc)를 이용하여 Vc를 실제 골소실 부피(Vr)에 근접하도록 보정할 수 있다. 상술된 골소실 부피의 계산은 수학식 3 내지 4로 나타낼 수 있다.

수학식 3

[0081] $$V_c : V_r = L_c^{\,3} : L_r^{\,3}$$

수학식 4

[0082] $$V_r = V_c \left(\frac{L_r}{L_c}\right)^3$$

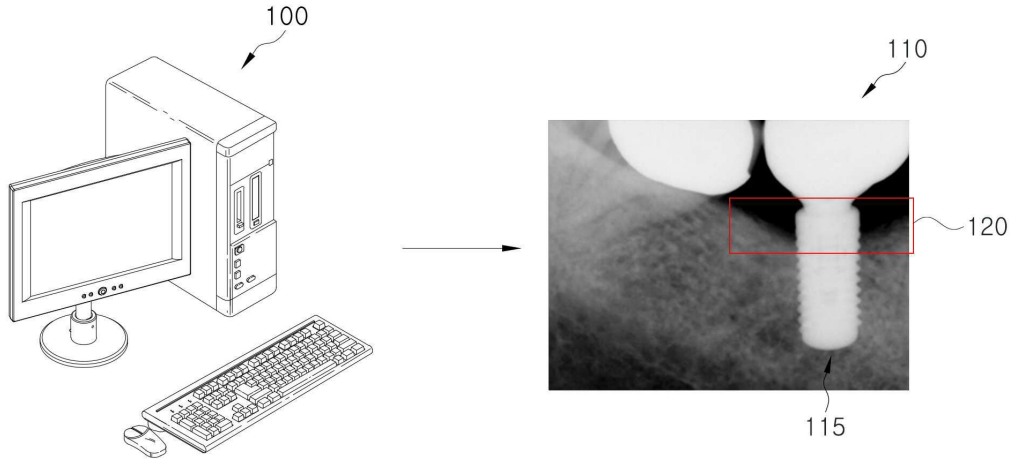
[0083] 한편, 개시된 실시예들은 컴퓨터에 의해 실행 가능한 명령어를 저장하는 기록매체의 형태로 구현될 수 있다. 명령어는 프로그램 코드의 형태로 저장될 수 있으며, 프로세서에 의해 실행되었을 때, 프로그램 모듈을 생성하여 개시된 실시예들의 동작을 수행할 수 있다. 기록매체는 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록매체로 구현될 수 있다.

[0084] 컴퓨터가 읽을 수 있는 기록매체로는 컴퓨터에 의하여 해독될 수 있는 명령어가 저장된 모든 종류의 기록 매체를 포함한다. 예를 들어, ROM(Read Only Memory), RAM(Random Access Memory), 자기 테이프, 자기 디스크, 플래쉬 메모리, 광 데이터 저장장치 등이 있을 수 있다.

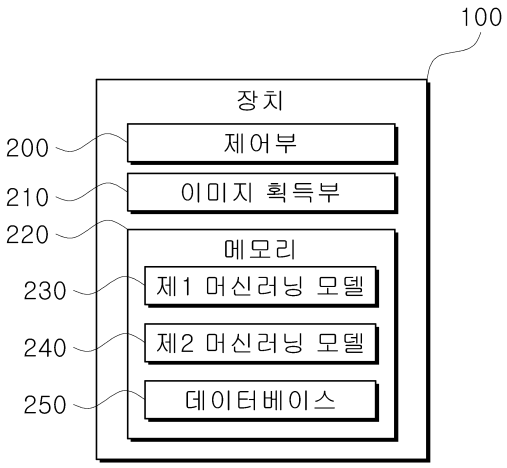
[0085] 이상에서와 같이 첨부된 도면을 참조하여 개시된 실시예들을 설명하였다. 본 개시가 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자는 본 개시의 기술적 사상이나 필수적인 특징을 변경하지 않고도, 개시된 실시예들과 다른 형태로 본 개시가 실시될 수 있음을 이해할 것이다. 개시된 실시예들은 예시적인 것이며, 한정적으로 해석되어서는 안 된다.

도면

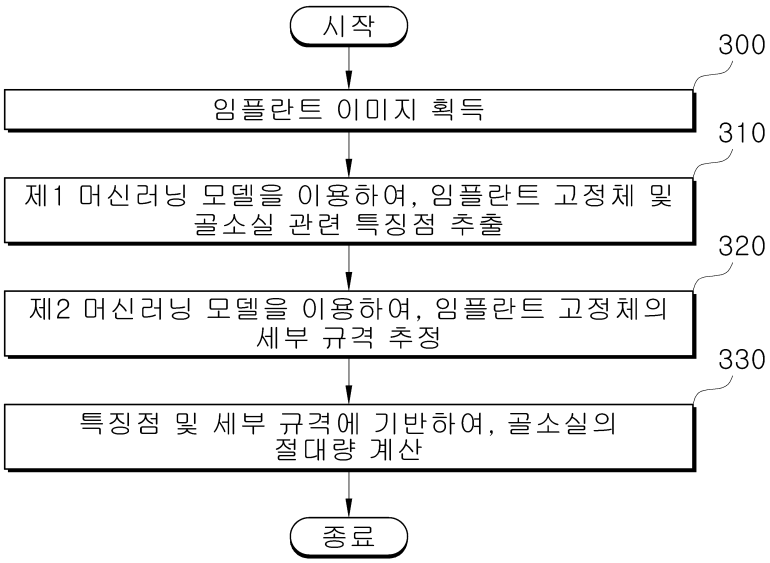
도면1



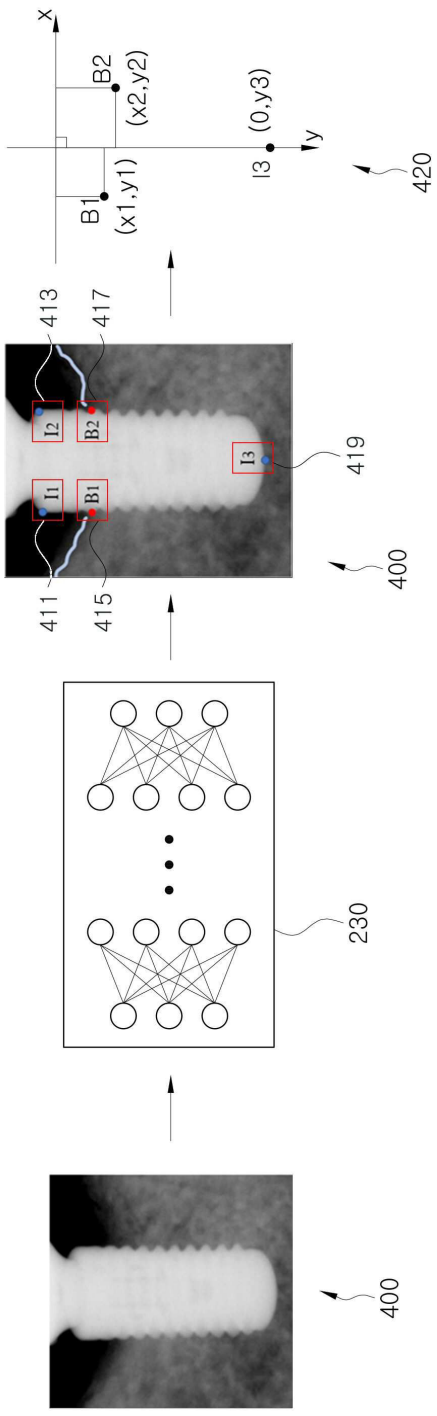
도면2



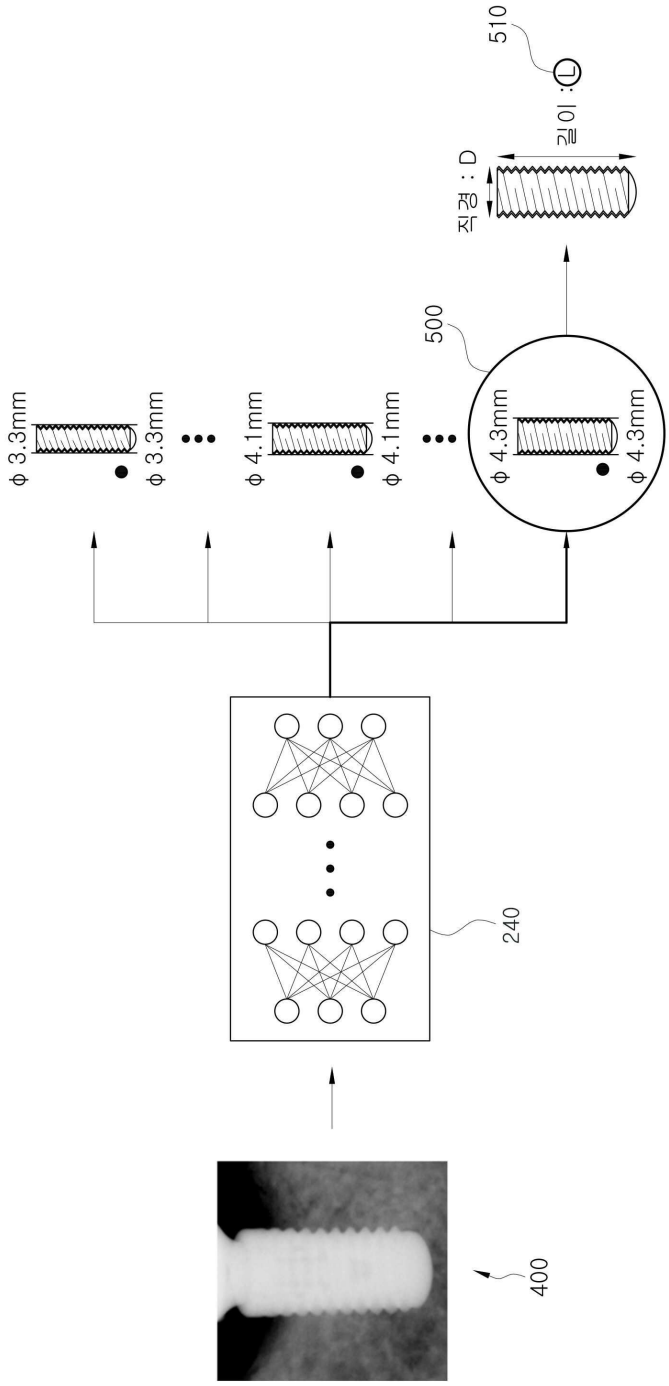
도면3



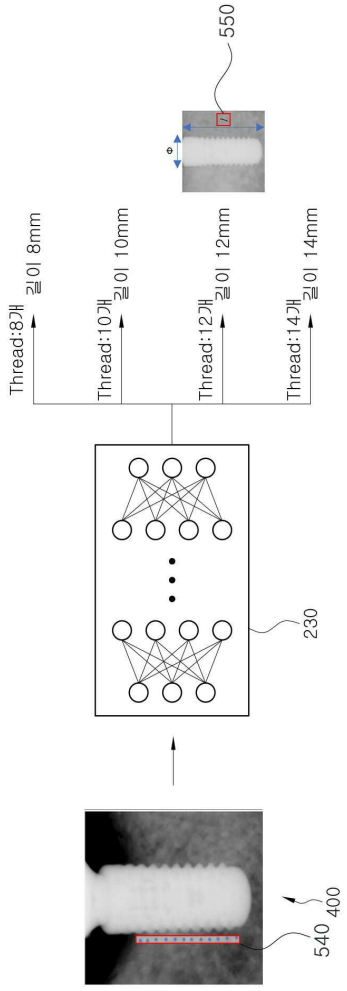
도면4


x
B2
(x2,y2)
(0,y3)
y
I3
420
B1
(x1,y1)
413
417
I2
B2
I3
419
I1
B1
400
411
415
230
400

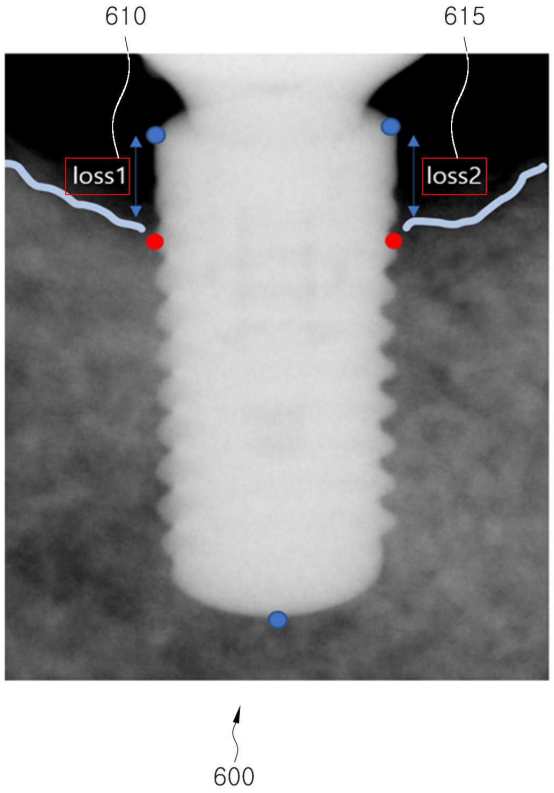
도면5a



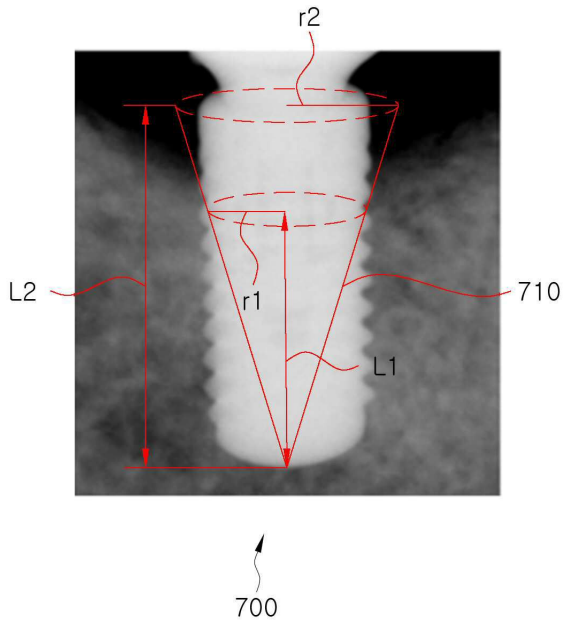
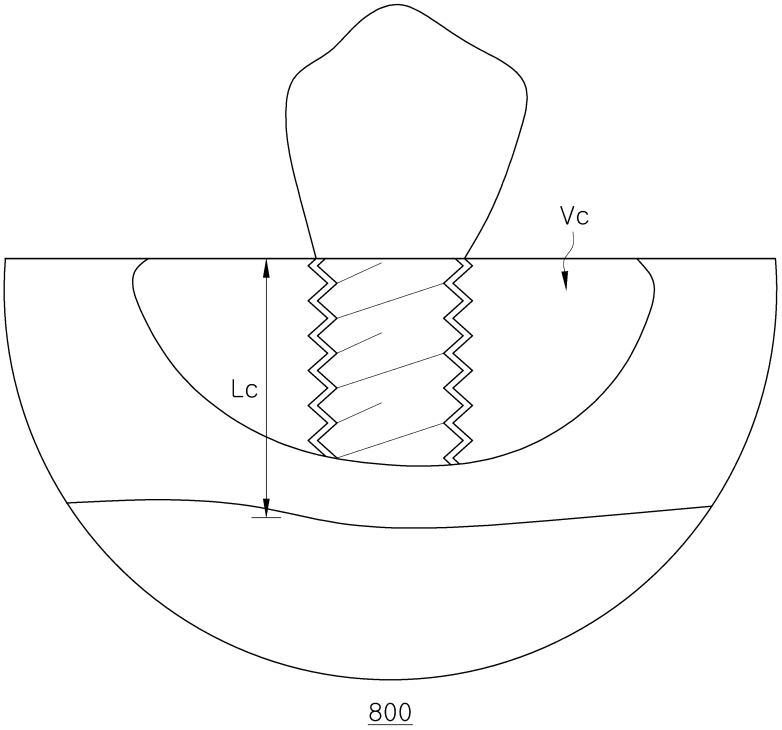
도면5b


550
Thread:8개
길이 8mm
Thread:10개
길이 10mm
Thread:12개
길이 12mm
Thread:14개
길이 14mm
230
400
540

도면6



도면7



도면8