

(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구
국제사무국

(43) 국제공개일

2024년 8월 8일 (08.08.2024)



(10) 국제공개번호

WO 2024/162595 A1

(51) 국제특허분류:

A61B 6/51 (2024.01)

A61B 6/00 (2006.01)

A61B 6/03 (2006.01)

G06T 17/00 (2006.01)

(21) 국제출원번호:

PCT/KR2023/020197

(22) 국제출원일:

2023년 12월 8일 (08.12.2023)

(25) 출원언어:

한국어

(26) 공개언어:

한국어

(30) 우선권정보:

10-2023-0014824 2023년 2월 3일 (03.02.2023) KR

(71) 출원인: 고려대학교 산학협력단 (KOREA UNIVERSITY RESEARCH AND BUSINESS FOUNDATION) [KR/KR]; 02841 서울특별시 성북구 안암로 145, Seoul (KR).

(72) 발명자: 송인석 (SONG, In-Seok); 02798 서울특별시 성북구 종암로24가길 53, 102동 1007호, Seoul (KR). 백승준 (BAEK, Seung Jun); 06356 서울특별시 강남구 일원로 120, 109동 1402호, Seoul (KR). 김세현 (KIM, Sae Hyun); 21986 인천광역시 연수구 송도문화로28번길 28, 104동 2004호, Incheon (KR).

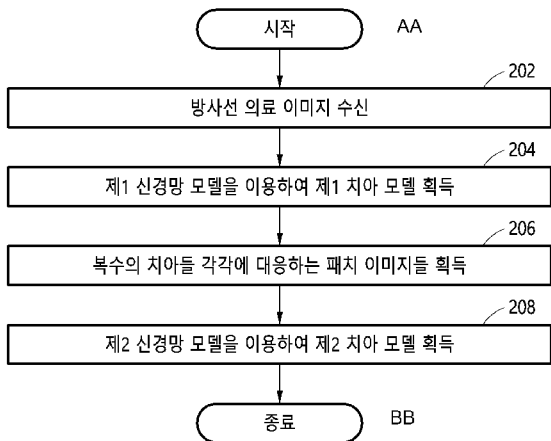
(74) 대리인: 특허법인 무한 (MUHANN PATENT & LAW FIRM); 06144 서울특별시 강남구 언주로 560, 8층, Seoul (KR).

(81) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 국내 권리의 보호를 위하여): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

(84) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 역내 권리의 보호를 위하여): ARIPO (BW, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 유라시아 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 유럽 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, ME, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM,

(54) Title: METHOD AND DEVICE FOR GENERATING THREE-DIMENSIONAL TOOTH MODEL

(54) 발명의 명칭: 3차원 치아 모델 생성 장치 및 방법



202 ... Receive radiographic medical image

204 ... Use first neural network model to acquire first tooth model

206 ... Acquire patch images respectively corresponding to plurality of teeth

208 ... Use second neural network model to acquire second tooth model

AA ... Start

BB ... End

(57) Abstract: Disclosed are a method and device for generating a three-dimensional tooth model according to an embodiment. The device for generating a three-dimensional tooth model comprises a memory including instructions and a processor for processing the instructions, wherein the memory and the processor are connected. When the instructions are executed by the processor, the processor: receives a radiographic medical image in which a plurality of teeth of a user are displayed; uses a first neural network model using the radiographic medical image as an input, and thereby acquires a first tooth model in which the plurality of teeth are divided; acquires patch images respectively corresponding to the plurality of teeth from the radiographic medical image on the basis of the divided teeth in the first tooth model; and uses a second neural network using each of the patch images as inputs, and thereby acquires a second tooth model in which each tooth is divided into the enamel, dentine, and pulp.

(57) 요약서: 일 실시예에 따른 3차원 치아 모델 생성 장치 및 방법이 개시된다. 3차원 치아 모델 생성 장치는 인스트럭션들을 포함하는 메모리, 및 메모리와 연결되고, 인스트럭션들을 실행하기 위한 프로세서를 포함한다. 프로세서에 의해 인스트럭션들이 수행될 때, 프로세서는, 사용자의 복수의 치아들이 나타난 방사선 의료 이미지를 수신하고, 방사선 의료 이미지를 입력으로 하는 제1 신경망 모델을 이용하여 복수의 치아들이 구획화된 제1 치아 모델을 획득하고, 제1 치아 모델에 나타난 구획화된 치아들에 기초하여 방사선 의료 이미지로부터 복수의 치아들 각각에 대응하는 패치 이미지(patch image)들을 획득하고, 패치 이미지들을 각각을 입력으로 하는 제2 신경망 모델을 이용하여 개별 치아에 대해 법랑질, 상아질, 및 치수로 구획화된 제2 치아 모델을 획득한다.

[다음 쪽 계속]



TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW,
KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

공개:

— 국제조사보고서와 함께 (조약 제21조(3))

명세서

발명의 명칭: 3차원 치아 모델 생성 장치 및 방법

기술분야

- [1] 아래 실시예들은 3차원 치아 모델 생성 장치 및 방법에 관한 것이다.

배경기술

- [2] 최근 신경망 모델을 이용한 이미지 및 영상 구획화 기술에 대한 연구가 다양한 데이터와 구조를 바탕으로 활발히 진행되고 있다. 대표적인 신경망 모델로는 컨볼루션 신경망(Convolution Network) 모델, 순환 신경망(Recurrent Neural Network) 모델, 장단기 메모리(Long Short-Term Memory) 모델, 및 어텐션 메커니즘(Attention Mechanism) 기반의 트랜스포머(Transformer) 모델이 있다.
- [3] 의료영상에 신경망 모델을 이용한 구획화 기술은 뇌종양 진단 시스템, 딥러닝 기반 신체 장기 구획 등 다양한 의료영상에서 이용되고 있다. CBCT에서 구강악 안면영역에서의 인공지능 기반 3차원 치아 구획화 시스템 또한 중요도가 커지고 있으며, 치아우식증, 치아 파절, 치근관 변이양상 진단 및 예후 개선에 기여할 수 있다.

발명의 상세한 설명

과제 해결 수단

- [4] 일 실시예에 따른 3차원 치아 모델 생성 장치는, 인스트럭션들을 포함하는 메모리, 및 상기 메모리와 연결되고, 상기 인스트럭션들을 실행하기 위한 프로세서를 포함하고, 상기 프로세서에 의해 상기 인스트럭션들이 수행될 때, 상기 프로세서는, 사용자의 복수의 치아들이 나타난 방사선 의료 이미지를 수신하고, 상기 방사선 의료 이미지를 입력으로 하는 제1 신경망 모델을 이용하여 상기 복수의 치아들이 구획화된 제1 치아 모델을 획득하고, 상기 제1 치아 모델에 나타난 구획화된 치아들에 기초하여 상기 방사선 의료 이미지로부터 상기 복수의 치아들 각각에 대응하는 패치 이미지(patch image)들을 획득하고, 상기 패치 이미지들 각각을 입력으로 하는 제2 신경망 모델을 이용하여 개별 치아에 대해 법랑질, 상아질, 및 치수로 구획화된 제2 치아 모델을 획득할 수 있다.
- [5] 상기 제1 치아 모델은, 상기 복수의 치아들 각각에 대한 식별 번호 및 위치를 나타낼 수 있다.
- [6] 상기 프로세서는, 상기 제1 치아 모델, 상기 식별 번호, 및 상기 위치를 이용하여 상기 제2 치아 모델을 획득할 수 있다.
- [7] 상기 제1 신경망 모델은, 3차원 컨볼루션 신경망을 기초로 하는 인코더 및 디코더를 포함할 수 있다.
- [8] 상기 제1 신경망 모델은, 교차 엔트로피 손실 함수 및 다이스 손실 함수(dice loss function)를 이용하여 상기 제1 신경망 모델의 파라미터를 조절하도록 학습된 것일 수 있다.

- [9] 상기 프로세서는, 상기 방사선 의료 이미지를 다운 샘플링하여 상기 제1 신경망 모델에 제공할 수 있다.
- [10] 일 실시예에 따른 3차원 치아 모델 생성 장치에 의해 수행되는 3차원 치아 모델 생성 방법은, 사용자의 복수의 치아들이 나타난 방사선 의료 이미지를 수신하는 동작, 상기 방사선 의료 이미지를 입력으로 하는 제1 신경망 모델을 이용하여 상기 복수의 치아들이 구획화된 제1 치아 모델을 획득하는 동작, 상기 제1 치아 모델에 나타난 구획화된 치아들에 기초하여 상기 방사선 의료 이미지로부터 상기 복수의 치아들 각각에 대응하는 패치 이미지(patch image)들을 획득하는 동작, 및 상기 패치 이미지들 각각을 입력으로 하는 제2 신경망 모델을 이용하여 개별 치아에 대해 법랑질, 상아질, 및 치수로 구획화된 제2 치아 모델들을 획득하는 동작을 포함할 수 있다.
- [11] 상기 제1 치아 모델은, 상기 복수의 치아들 각각에 대한 식별 번호 및 위치를 나타낼 수 있다.
- [12] 제2 치아 모델을 획득하는 동작은, 상기 제1 치아 모델, 상기 식별 번호, 및 상기 위치를 이용하여 상기 제2 치아 모델을 획득하는 동작을 포함할 수 있다.
- [13] 상기 제1 신경망 모델은, 3차원 컨볼루션 신경망을 기초로 하는 인코더 및 디코더를 포함할 수 있다.
- [14] 상기 제1 신경망 모델은, 교차 엔트로피 손실 함수 및 다이스 손실 함수를 이용하여 상기 제1 신경망 모델의 파라미터를 조절하도록 학습된 것일 수 있다.
- [15] 상기 제1 치아 모델을 획득하는 동작은, 상기 방사선 의료 이미지를 다운 샘플링하여 상기 제1 신경망 모델에 제공하는 동작을 포함할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [16] 도 1은 치아 구조를 설명하기 위한 도면이다.
- [17] 도 2는 일 실시예에 따른 3차원 치아 모델 생성 방법을 설명하기 위한 흐름도이다.
- [18] 도 3은 일 실시예에 따른 제1 신경망 모델의 학습 과정을 설명하기 위한 도면이다.
- [19] 도 4는 일 실시예에 따른 패치 이미지들이 획득되는 과정을 도시한 도면이다.
- [20] 도 5는 일 실시예에 따른 제2 신경망 모델의 동작을 설명하기 위한 도면이다.
- [21] 도 6은 일 실시예에 따른 제2 치아 모델이 획득되는 과정을 도시한 도면이다.
- [22] 도 7은 일 실시예에 따른 3차원 치아 모델 생성 장치의 구성을 나타낸 도면이다.

발명의 실시를 위한 최선의 형태

- [23] 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.

- [24] 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.
- [25] 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.
- [26] 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 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.
- [27] 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.
- [28] 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.
- [29]
- [30] 도 1은 치아 구조를 설명하기 위한 도면이다.
- [31] 도 1을 참조하면, 일 실시예에 따른 사람의 치아(100)는 구조적으로 법랑질(enamel)(110), 상아질(dentin)(120), 및 치수(pulp)(130)로 구분될 수 있다. 법랑질(110)은 치아(100)의 위쪽에 위치할 수 있고, 치관(crown)의 형태와 윤곽을 나타낼 수 있다. 법랑질(110)은 구강에 노출될 수 있다. 상아질(120)은 법랑질(110) 아래에 위치할 수 있다. 상아질(120)의 경도는 법랑질(110)보다 낮고 뼈보다는 높을 수 있다. 치수(130)는 치아(100)의 치수강에 존재하고, 상아질(120)의 아래에 위치할 수 있다. 치수(130)는 신경과 혈관을 포함할 수 있다.
- [32] 일반적으로, 사람은 도 1에 도시된 치아(100)와 같은 구조를 가진 치아를 32개 정도를 가질 수 있다. 사람의 치아(100)의 내부 구조를 세부적으로 구획화 하는 것은 의료인이 치아(100)의 내부 구조를 이해하는 것을 도와 사람의 치아 치료에 도움을 줄 수 있다.
- [33] 이하에서 설명되는 3차원 치아 모델 생성 장치(예: 도 7의 3차원 치아 모델 생성 장치(700))는, 예를 들어 사람의 32개의 치아들 각각에 대해 치아(100)의 전체적인 형태뿐만 아니라 치아(100)의 세부적인 내부 구조인 법랑질(110), 상아질

(120), 및 치수(130)가 3차원적으로 구획화된 3차원 치아 모델을 생성할 수 있다. 3차원 치아 모델 생성 장치는 사용자의 복수의 치아들이 나타난 의료 이미지(예: CBCT 이미지)를 수신하고, 의료 이미지와 서로 다른 두 개의 신경망 모델을 이용하여 사람의 치아들 각각에 대해 법랑질(110), 상아질(120), 및 치수(130)로 구획화된 3차원 치아 모델을 획득할 수 있다. 사용자의 치아를 진료하는 의료인은 3차원 치아 모델 생성 장치로부터 획득한 3차원 치아 모델을 이용하여 사용자의 치아 구조를 보다 정확하고 명확하게 인지할 수 있고, 이를 통해 사용자의 치아를 효과적으로 치료할 수 있다.

[34]

[35] 도 2는 일 실시예에 따른 3차원 치아 모델 생성 방법을 설명하기 위한 흐름도이다. 일례로, 3차원 치아 모델 생성 방법의 동작들은 3차원 치아 모델 생성 장치(예: 도 7의 3차원 치아 모델 생성 장치(700))에 의해 수행될 수 있다. 도 2의 동작들 중 일부 동작은 다른 동작과 동시 또는 병렬적으로 수행될 수 있고, 동작들 간의 순서는 변경될 수 있다. 또한, 동작들 중 일부 동작은 생략될 수 있고, 다른 동작이 추가적으로 수행될 수도 있다.

[36] 동작(202)에서, 3차원 치아 모델 생성 장치는 방사선 의료 이미지를 수신할 수 있다. 방사선 의료 이미지는 예를 들어 CT(Computerized Tomography) 영상일 수 있으며, CT 영상은 예를 들어 CBCT(cone-beam CT) 영상, 또는 나선 CT(spiral CT) 영상일 수 있다. 3차원 치아 모델 생성 장치가 이용하는 방사선 의료 이미지의 종류는 이에 한정되지 않고 실시예에 따라 다양할 수 있다. 방사선 의료 이미지는 사용자의 복수의 치아들을 방사선 촬영 기구를 통해 촬영한 의료 이미지를 나타낼 수 있다.

[37] 동작(204)에서, 3차원 치아 모델 생성 장치는 제1 신경망 모델을 이용하여 제1 치아 모델을 획득할 수 있다. 3차원 치아 모델 생성 장치는 방사선 의료 이미지를 입력으로 하는 제1 신경망 모델을 이용하여 복수의 치아들이 구획화된 제1 치아 모델을 획득할 수 있다. 제1 신경망 모델은 3차원 컨볼루션 신경망(3D convolutional neural network)을 기초로 하는 인코더(encoder) 및 디코더(decoder)를 포함하는 U-Net 모델에 대응할 수 있다. U-Net 모델은 의료 분야에서 이미징 분할을 목적으로 제안된 End-to-End 방식의 완전 컨볼루션 신경망(Fully-convolutional neural network) 기반의 모델을 의미할 수 있다. 제1 치아 모델은 사용자의 전체 치아들의 외부 형태를 3D로 모델링한 치아 모델일 수 있다.

[38] 제1 신경망 모델의 인코더 및 디코더 각각은 복수(예: 5개)의 레이어들(layers)을 포함하는 계층적 구조로 이루어질 수 있다. 3차원 치아 모델 생성 장치는 제1 신경망 모델의 인코더를 이용하여 방사선 의료 이미지를 분석할 수 있고, 방사선 의료 이미지로부터 각 치아들의 특징을 추출할 수 있다. 3차원 치아 모델 생성 장치는 제1 신경망 모델의 디코더를 이용하여, 인코더를 통해 추출된 특징을 이용하여 제1 치아 모델을 생성할 수 있다.

- [39] 제1 신경망 모델은 사용자의 전체 치아 각각에 대한 외형을 추출할 수 있다. 제1 치아 모델은 방사선 의료 이미지에 나타난 복수의 치아들 각각에 대한 식별 번호 및 위치를 나타낼 수 있다. 제1 신경망 모델은 방사선 의료 이미지가 입력되면, 방사선 의료 이미지에 나타난 치아들의 종류 및 위치를 식별하고, 식별 결과에 기초하여 사용자의 치아들 각각에 대해 식별 번호 및 치아 위치를 결정할 수 있다.
- [40] 제1 신경망 모델은, 입력된 방사선 의료 이미지에 기초하여 방사선 의료 이미지에 나타난 치아들의 외형을 추출하여 3D 모델로 출력하도록 학습된 뉴럴 네트워크 모델일 수 있다. 학습 과정에서, 제1 신경망 모델에 학습 이미지(예: 방사선 의료 이미지)가 입력되고, 제1 신경망 모델은 입력된 학습 이미지에 기초하여 치아들의 외형, 종류 및 위치를 추정할 수 있다. 제1 신경망 모델은 추정한 정보를 기초로 학습 이미지에 포함된 전체 치아들 각각의 외형에 대한 3D 치아 모델을 출력할 수 있다.
- [41] 제1 신경망 모델이 출력한 3D 치아 모델과 학습에 이용된 학습 이미지에 대응하는 3D 치아 모델(GT(ground truth)의 역할) 간의 차이가 계산될 수 있고, 학습 과정에서는 해당 차이가 줄어들도록 제1 신경망 모델의 파라미터들(예: 인공 뉴런들 간 연결 가중치, 바이어스)이 업데이트될 수 있다. 상기 차이는 예를 들어 일반적으로 알려진 다양한 손실 함수에 의해 계산될 수 있다. 학습 과정에서는 많은 수의 학습 이미지에 대해 위와 같은 과정을 반복적으로 수행될 수 있고, 학습 과정을 통해 제1 신경망 모델의 파라미터들이 최적화될 수 있다.
- [42] 동작(206)에서, 3차원 치아 모델 생성 장치는 방사선 의료 이미지에서 사용자의 복수의 치아들 각각에 대응하는 패치 이미지(patch image)들을 획득할 수 있다. 패치 이미지 각각은 복수의 치아들 중 어느 하나의 치아 이미지를 나타낼 수 있다. 일 실시예에서, 사용자의 치아에 대한 방사선 의료 이미지는 여러 개가 존재할 수 있고, 3차원 치아 모델 생성 장치는 각각의 방사선 의료 이미지에서 동일 치아에 대한 패치 이미지를 추출할 수 있다. 이를 통해 사용자의 각 치아마다 복수의 패치 이미지들이 추출될 수 있다.
- [43] 동작(208)에서, 3차원 치아 모델 생성 장치는 패치 이미지들 각각을 입력으로 하는 제2 신경망 모델을 이용하여 개별 치아에 대해 법랑질, 상아질, 및 치수로 구획화된 제2 치아 모델을 획득할 수 있다. 3차원 치아 모델 생성 장치는, 제1 치아 모델, 방사선 의료 이미지가 나타내는 복수의 치아들 각각에 부여된 식별 번호, 및 방사선 의료 이미지가 나타내는 복수의 치아들 각각에 대한 위치를 이용하여 제2 치아 모델을 획득할 수 있다.
- [44] 제2 신경망 모델은 입력된 패치 이미지에 기초하여 방사선 패치 이미지에 나타난 치아의 법랑질 부분, 상아질 부분, 및 치수 부분을 추출하여 해당 치아가 법랑질, 상아질, 및 치수로 구획화된 3차원 개별 치아 모델을 출력하도록 학습된 뉴럴 네트워크 모델일 수 있다. 학습 과정에서, 제2 신경망 모델에 패치 이미지들(예: 도 4의 패치 이미지들(450))이 입력되고, 제2 신경망 모델은 입력된 패치 이미지

에 기초하여 패치 이미지에 나타난 치아의 법랑질, 상아질, 및 치수의 위치 및 외형을 추정할 수 있다. 제2 신경망 모델은 추정된 정보를 기초로 패치 이미지에 포함된 치아에 대해 법랑질, 상아질, 및 치수로 구획화된 3차원 개별 치아 모델을 출력할 수 있다.

- [45] 제2 신경망 모델의 학습 과정에서, 제2 신경망 모델이 출력한 3차원 개별 치아 모델과 학습에 이용된 학습 이미지에 대응하는 3D 치아 모델(GT의 역할) 간의 차이가 계산될 수 있고, 해당 차이가 줄어들도록 제1 신경망 모델의 파라미터들이 업데이트될 수 있다. 상기 차이는, 예를 들어, 일반적으로 알려진 다양한 손실 함수에 의해 계산될 수 있다. 학습 과정에서 많은 수의 학습 이미지에 대해 위와 같은 과정이 반복적으로 수행될 수 있고, 학습 과정을 통해 제2 신경망 모델의 파라미터들이 최적화될 수 있다.
- [46] 제2 신경망 모델로부터 획득한 3차원 개별 치아 모델은, 해당 3차원 개별 치아 모델에 나타나는 치아에 대응하는 식별 번호를 나타낼 수 있다. 제2 신경망 모델로부터 획득한 복수의 3차원 개별 치아 모델들에 나타난 치아들 각각의 식별 번호는, 제1 신경망 모델로부터 획득한 제1 치아 모델에 나타난 치아들 각각에 대한 식별 번호 중 하나와 대응할 수 있다.
- [47] 3차원 치아 모델 생성 장치는 제1 치아 모델, 제1 치아 모델에 나타난 복수의 치아들 각각에 대한 식별 번호 및 위치를 이용하여 제2 치아 모델을 획득할 수 있다. 예를 들어, 3차원 치아 모델 생성 장치는 제1 치아 모델을 기초로, 제2 신경망 모델로부터 획득한 3차원 개별 치아 모델에 나타난 치아의 식별 번호와 제1 신경망 모델에 나타난 복수의 치아들 중 상기 식별 번호와 대응하는 식별 번호를 확인하고, 해당 위치의 3차원 치아 모델을 3차원 개별 치아 모델로 치환할 수 있다. 3차원 치아 모델 생성 장치는, 위와 같은 과정을 제1 치아 모델에 나타나는 복수의 치아들 각각에 대해 수행함으로써, 방사선 의료 이미지에 나타난 복수의 치아들 각각에 대해 법랑질, 상아질, 및 치수로 구획화된 3차원 치아 모델(제2 치아 모델에 대응)을 획득할 수 있다.
- [48] 방사선 의료 이미지에 나타난 개별 치아의 경우, 법랑질, 상아질 및 치수의 구분이 명확하지 않아 의료인이 사용자의 치아 내부 구조를 판단하는데 어려움이 있다. 3차원 치아 모델 생성 장치는 방사선 의료 이미지로부터 사용자의 개별 치아 각각에 대해 법랑질, 상아질 및 치수를 명확히 구분한 3차원 치아 모델(제2 치아 모델에 대응)을 제공할 수 있고, 의료인은 3차원 치아 모델 생성 장치에 의해 생성된 3차원 치아 모델을 통해 사용자의 각 치아에 대해 법랑질, 상아질 및 치수간의 경계를 명확히 인식할 수 있게 되어 치아 치료에 많은 도움을 받을 수 있다.
- [49] 또한, 3차원 치아 모델 생성 장치는 제1 신경망 모델 및 제2 신경망 모델을 이용하여 두 번의 단계를 거쳐서 제2 치아 모델을 획득함으로써, 각 신경망 모델이 처리하는 데이터의 양을 줄일 수 있고, 제2 치아 모델을 획득하는데 소요되는 전체 처리 시간을 줄일 수 있다.

[50]

- [51] 도 3은 일 실시예에 따른 제1 신경망 모델의 학습 과정을 설명하기 위한 도면이다.
- [52] 도 3을 참조하면, 제1 신경망 모델(320)은 방사선 의료 이미지(310)를 수신할 수 있다. 3차원 치아 모델 생성 장치(예: 도 7의 3차원 치아 모델 생성 장치(700))의 프로세서(예: 도 7의 프로세서(740))는 방사선 의료 이미지(310)를 다운 샘플링(down sampling)하여 제1 신경망 모델(320)에 제공할 수 있다. 프로세서는 방사선 의료 이미지(310)를 다운 샘플링함으로써 제1 신경망 모델(320)의 데이터 처리량을 감소시킬 수 있고, 제1 신경망 모델(320)의 처리 속도를 증가시킬 수 있다.
- [53] 방사선 의료 이미지(310)는 복수의 치아들(315)을 나타낼 수 있다. 제1 신경망 모델(320)은 복수의 치아들을 나타내는 2차원 방사선 의료 이미지를 입력받아 복수의 치아들 각각에 대해 구획화하여 복수의 치아들 각각에 대한 식별 번호 및 위치를 나타내는 치아 모델을 출력하도록 학습된 모델일 수 있다. 제1 신경망 모델(320)은 방사선 의료 이미지(310)에 나타난 복수의 치아들(315) 각각이 구획화된 예측 이미지(330)를 출력할 수 있다. 예측 이미지(330)는 복수의 치아들(335) 각각에 대한 식별 번호 및 위치를 나타낼 수 있다.
- [54] 제1 신경망 모델(320)은 방사선 의료 이미지(310)에 나타난 복수의 치아들(315) 각각이 구획화된 학습 이미지(GT의 역할)(340)와 제1 신경망 모델이 출력한 예측 이미지(330)를 비교하는 과정을 통해 학습될 수 있다. 3차원 치아 모델 생성 장치는 학습 이미지(340)와 예측 이미지(330)의 차이 값을 기초로 손실 함수를 이용하여 제1 신경망 모델(320)의 파라미터를 조절할 수 있다. 3차원 모델 생성 장치는 손실 함수를 기초로, 예를 들어, 역전파(back propagation) 알고리즘을 이용하여 제1 신경망 모델(320)의 파라미터를 조절할 수 있다. 제1 신경망 모델(320)은, 예를 들어, 교차 엔트로피 손실 함수 및 다이스 손실 함수(dice loss function)를 이용하여 학습된 것일 수 있으나, 제1 신경망 모델(320)이 학습될 때 이용되는 손실 함수의 종류는 이에 한정되지 않으며 실시예에 따라 다양할 수 있다.
- [55] 제1 신경망 모델(320)의 학습 과정에서 학습 데이터의 양을 늘려서 신뢰도 높은 모델을 획득하기 위해 데이터 증강(data augmentation) 방법이 이용되었을 수 있다. 예를 들어, 제1 신경망 모델(320)의 학습 과정에서 학습 데이터에 대해 무작위 뒤집기(random flip), 무작위 회전(random rotation), 및 무작위 어파인 변환(random affine transformation) 등이 이용되었을 수 있으나, 데이터 증강 방법의 종류는 이에 한정되지 않는다.
- [56]
- [57] 도 4는 일 실시예에 따른 패치 이미지들이 획득되는 과정을 도시한 도면이다.
- [58] 도 4를 참조하면, 제1 신경망 모델(420)은 방사선 의료 이미지(410)를 수신할 수 있다. 제1 신경망 모델(420)은 방사선 의료 이미지(410)를 기초로 방사선 의료 이미지(410)에 나타난 복수의 치아들 각각이 구획화된 제1 치아 모델(430)을 출력할 수 있다. 제1 치아 모델(430)은 방사선 의료 이미지(410)에 나타난 복수의 치아들 각각에 대한 식별 번호 및 위치를 나타낼 수 있다. 제1 신경망 모델(420)은 2차

원 이미지인 방사선 의료 이미지(410)로부터 3차원 영상인 제1 치아 모델(430)을 출력할 수 있다.

- [59] 3차원 치아 모델 생성 장치(예: 도 7의 3차원 치아 모델 생성 장치(700))는 제1 치아 모델(430)에 나타난 구획화된 치아들에 기초하여, 방사선 의료 이미지(410)로부터 복수의 치아들 각각에 대응하는 패치 이미지들(450)을 획득할 수 있다. 예를 들어, 패치 이미지들(450) 중 패치 이미지(452)는 방사선 의료 이미지(440)(방사선 의료 이미지(410)에 대응)에 나타난 복수의 치아들 중 치아(442)에 대응되는 패치 이미지일 수 있고, 패치 이미지(454)는 치아(444)에 대응되는 패치 이미지일 수 있고, 패치 이미지(456)는 치아(446)에 대응되는 패치 이미지일 수 있다. 패치 이미지들(450)은 제2 신경망 모델에 전송될 수 있다.

[60]

- [61] 도 5는 일 실시예에 따른 제2 신경망 모델의 동작을 설명하기 위한 도면이다.

- [62] 도 5를 참조하면, 제2 신경망 모델(520)은 패치 이미지(510)를 수신할 수 있다. 패치 이미지(510)는 방사선 의료 이미지(예: 도 4의 방사선 의료 이미지(440))에 나타난 복수의 치아들 중 하나에 대응하는 패치 이미지일 수 있다. 제2 신경망 모델(520)은 치아 이미지를 포함하는 2차원 패치 이미지를 입력 받아, 치아 이미지에 대해 법랑질, 상아질, 및 치수로 구획화된 3차원 개별 치아 모델을 생성하도록 학습된 모델일 수 있다.

- [63] 제2 신경망 모델(520)은 패치 이미지(510)로부터 3차원 개별 치아 모델(530)을 출력할 수 있다. 3차원 개별 치아 모델(530)은 패치 이미지(510)에 포함된 치아에 대해 법랑질(532), 상아질(534), 및 치수(536)로 구획화된 3차원 치아 모델일 수 있다. 3차원 개별 치아 모델(530)은 패치 이미지(510)에 나타난 치아에 대응하는 식별 번호를 나타낼 수 있다. 3차원 개별 치아 모델(530)이 나타내는 식별 번호는, 제1 치아 모델(예: 도 3의 제1 치아 모델(430))에 나타난 복수의 치아들 중 하나에 대응할 수 있다. 제2 신경망 모델(520)은 방사선 의료 이미지에 포함된 복수의 치아들 각각에 대응되는 패치 이미지들을 입력 받아, 패치 이미지들 각각에 대응하는 치아들 각각에 대해 법랑질, 상아질, 및 치수로 구획화된 3차원 개별 치아 모델을 출력할 수 있다.

[64]

- [65] 도 6은 일 실시예에 따른 제2 치아 모델이 획득되는 과정을 도시한 도면이다.

- [66] 3차원 치아 모델 생성 장치(예: 도 7의 3차원 치아 모델 생성 장치(700))는 제1 신경망 모델을 이용하여 방사선 의료 이미지에 나타난 복수의 치아들 각각에 대해 구획화된 제1 치아 모델(610)을 획득할 수 있다. 제1 치아 모델(610)은 복수의 치아들 각각에 대한 식별 번호 및 위치를 나타낼 수 있다. 3차원 치아 모델 생성 장치는 방사선 의료 이미지들을 이용하여 방사선 의료 이미지들에 나타난 복수의 치아들 각각에 대응하는 패치 이미지들을 획득할 수 있다. 3차원 치아 모델 생성 장치는 패치 이미지들 각각을 제2 신경망 모델에 제공할 수 있다. 제2 신경망 모델은 패치 이미지들을 입력 받아 패치 이미지들 각각에 대응하는 치아들에 대

해 범랑질, 상아질, 및 치수로 구획화된 3차원 개별 치아 모델들을 출력할 수 있다.

- [67] 3차원 치아 모델 생성 장치는 복수의 치아들 각각에 대해 범랑질(622), 상아질(624), 및 치수(626)로 구획화된 치아 모델을 획득할 수 있다. 3차원 치아 모델 생성 장치는 제1 치아 모델, 제1 치아 모델에 나타난 복수의 치아들 각각에 대한 식별 번호 및 위치를 이용하여 최종적으로 방사선 의료 이미지에 나타난 복수의 치아들 각각에 대해 범랑질, 상아질, 및 치수로 구획화된 제2 치아 모델(630)을 획득할 수 있다.
- [68]
- [69] 도 7은 일 실시예에 따른 3차원 치아 모델 생성 장치의 구성을 나타낸 도면이다.
- [70] 도 7을 참조하면, 3차원 치아 모델 생성 장치(700)는 인스트럭션들을 포함하는 메모리(720), 및 인스트럭션들을 실행하기 위한 프로세서(740)를 포함할 수 있다.
- [71] 프로세서(740)는 3차원 치아 모델 생성 장치(700)의 다른 구성요소(예: 하드웨어 또는 소프트웨어 구성요소)를 제어할 수 있고, 다양한 데이터 처리 또는 연산을 수행할 수 있다. 데이터 처리 또는 연산의 적어도 일부로서, 프로세서(740)는 다른 구성요소로부터 수신된 명령 또는 데이터를 메모리(720)에 저장하고, 메모리(720)에 저장된 명령 또는 데이터를 처리하고, 결과 데이터를 메모리(720)에 저장할 수 있다. 프로세서(740)에 의해 수행되는 동작들은 3차원 치아 모델 생성 장치(700)의 동작과 실질적으로 동일할 수 있다.
- [72] 메모리(720)는 프로세서(740)가 처리 동작을 수행하는데 필요한 정보를 저장할 수 있다. 예를 들어, 메모리(720)는 프로세서(740)에 의해 실행되는 인스트럭션들을 저장할 수 있고, 3차원 치아 모델 생성 장치(700)에서 소프트웨어 또는 프로그램이 실행되는 동안 관련 정보를 저장할 수 있다. 메모리(720)는 RAM, DRAM, SRAM과 같은 휘발성 메모리 및/또는 플래쉬 메모리와 같은 이 기술 분야에서 알려진 비휘발성 메모리를 포함할 수 있다.
- [73] 프로세서(740)는 사용자의 복수의 치아들이 나타난 방사선 의료 이미지를 수신할 수 있다. 방사선 의료 이미지는 예를 들어 CBCT 영상일 수 있다. 프로세서(740)는 방사선 의료 이미지를 제1 신경망 모델에 제공할 수 있다. 프로세서(740)는 방사선 의료 이미지를 다운 샘플링하여 제1 신경망 모델에 제공할 수 있다. 프로세서(740)는 방사선 의료 이미지를 다운 샘플링함으로써 제1 신경망 모델의 데이터 처리량을 줄일 수 있고, 제1 신경망 모델의 데이터 처리 속도를 증가시킬 수 있다.
- [74] 프로세서(740)는 방사선 의료 이미지를 입력으로 하는 제1 신경망 모델을 이용하여 복수의 치아들이 구획화된 제1 치아 모델을 획득할 수 있다. 제1 신경망 모델은 3차원 컨볼루션 신경망을 기초로 하는 인코더 및 디코더를 포함할 수 있다. 제1 신경망 모델은 인코더를 이용하여 방사선 의료 이미지로부터 방사선 의료 이미지에 나타난 치아들에 대한 특징들을 추출할 수 있다. 제1 신경망 모델은 디코더를 이용하여, 추출된 특징들을 기초로 제1 치아 모델을 출력할 수 있다. 제1

신경망 모델은, 교차 엔트로피 손실 함수 및 다이스 손실 함수를 이용하여 제1 신경망 모델의 파라미터를 조절하도록 학습된 것일 수 있으나, 제1 신경망 모델이 이용하는 손실 함수는 이에 한정되지 않으며 실시예에 따라 다양할 수 있다.

- [75] 제1 치아 모델은 복수의 치아들 각각에 대한 식별 번호 및 위치를 포함할 수 있다. 프로세서(740)는 제1 치아 모델에 나타난 구획화된 치아들에 기초하여 방사선 의료 이미지로부터 복수의 치아들 각각에 대응하는 패치 이미지들을 획득할 수 있다. 프로세서(740)는 패치 이미지들 각각을 입력으로 하는 제2 신경망 모델을 이용하여 개별 치아에 대해 법랑질, 상아질, 및 치수로 구획화된 제2 치아 모델을 획득할 수 있다. 프로세서는 제1 치아 모델, 복수의 치아들 각각에 대한 식별 번호, 및 위치를 이용하여 제2 치아 모델을 획득할 수 있다.

[76]

- [77] 이상에서 설명된 실시예들은 하드웨어 구성요소, 소프트웨어 구성요소, 및/또는 하드웨어 구성요소 및 소프트웨어 구성요소의 조합으로 구현될 수 있다. 실시예들에서 설명된 장치, 방법 및 구성요소는, 예를 들어, 프로세서, 컨트롤러, 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.

- [78] 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 장치에 저장될 수 있다. 소프트웨어는 신경망으로 연결된 컴퓨터 시스템 상에 분산되어서, 분산된 방법으로 저장되거나 실행될 수도 있다. 소프트웨어 및 데이터는 컴퓨터 판독 가능 기록 매체에 저장될 수 있다. 실시예에 따른 방법은 다양한 컴퓨터 수단을 통하여 수행될 수 있는 프로그램 명령 형태로 구현되어 컴퓨터 판독 가능 매체에 기록될 수 있다. 상기 컴퓨터 판독 가능 매체는 프로

그램 명령, 데이터 파일, 데이터 구조 등을 단독으로 또는 조합하여 포함할 수 있다. 상기 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. 상기된 하드웨어 장치는 실시예의 동작을 수행하기 위해 소프트웨어 모듈로서 작동하도록 구성될 수 있으며, 그 역도 마찬가지이다.

- [79] 이상과 같이 실시예들이 비록 한정된 도면에 의해 설명되었으나, 해당 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 상기를 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.

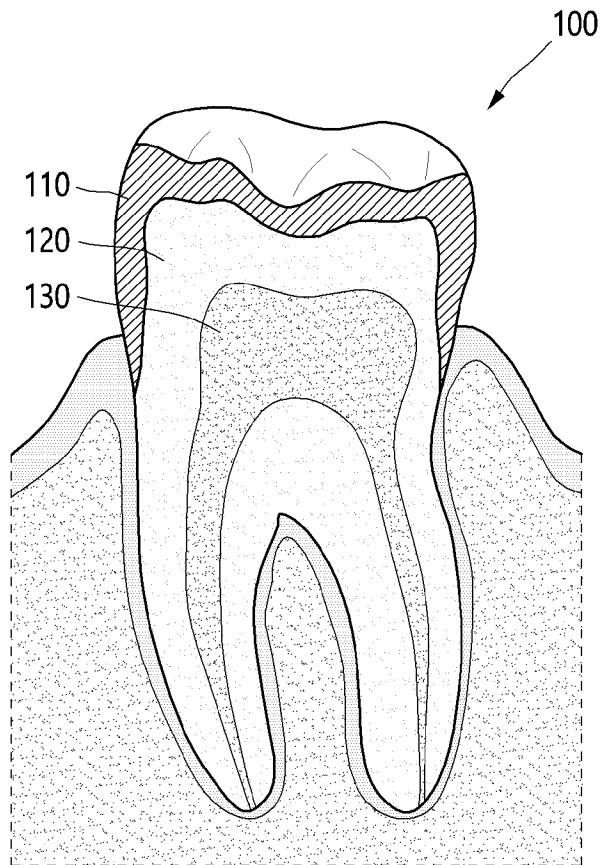
청구범위

- [청구항 1] 3차원 치아 모델 생성 장치에 있어서,
 인스트럭션들을 포함하는 메모리; 및
 상기 메모리와 연결되고, 상기 인스트럭션들을 실행하기 위한 프로세서를 포함하고,
 상기 프로세서에 의해 상기 인스트럭션들이 수행될 때, 상기 프로세서는,
 사용자의 복수의 치아들이 나타난 방사선 의료 이미지를 수신하고,
 상기 방사선 의료 이미지를 입력으로 하는 제1 신경망 모델을 이용하여
 상기 복수의 치아들이 구획화된 제1 치아 모델을 획득하고,
 상기 제1 치아 모델에 나타난 구획화된 치아들에 기초하여 상기 방사선
 의료 이미지로부터 상기 복수의 치아들 각각에 대응하는 패치 이미지
 (patch image)들을 획득하고,
 상기 패치 이미지들 각각을 입력으로 하는 제2 신경망 모델을 이용하여
 개별 치아에 대해 법랑질, 상아질, 및 치수로 구획화된 제2 치아 모델을 획득하는,
 3차원 치아 모델 생성 장치.
- [청구항 2] 제1항에 있어서,
 상기 제1 치아 모델은,
 상기 복수의 치아들 각각에 대한 식별 번호 및 위치를 나타내는,
 3차원 치아 모델 생성 장치.
- [청구항 3] 제2항에 있어서,
 상기 프로세서는,
 상기 제1 치아 모델, 상기 식별 번호, 및 상기 위치를 이용하여 상기 제2 치아 모델을 획득하는,
 3차원 치아 모델 생성 장치.
- [청구항 4] 제1항에 있어서,
 상기 제1 신경망 모델은,
 3차원 컨볼루션 신경망을 기초로 하는 인코더 및 디코더를 포함하는,
 3차원 치아 모델 생성 장치.
- [청구항 5] 제1항에 있어서,
 상기 제1 신경망 모델은,
 교차 엔트로피 손실 함수 및 다이스 손실 함수(dice loss function)를 이용하여
 상기 제1 신경망 모델의 파라미터를 조절하도록 학습된 것인,
 3차원 치아 모델 생성 장치.
- [청구항 6] 제1항에 있어서,
 상기 프로세서는,

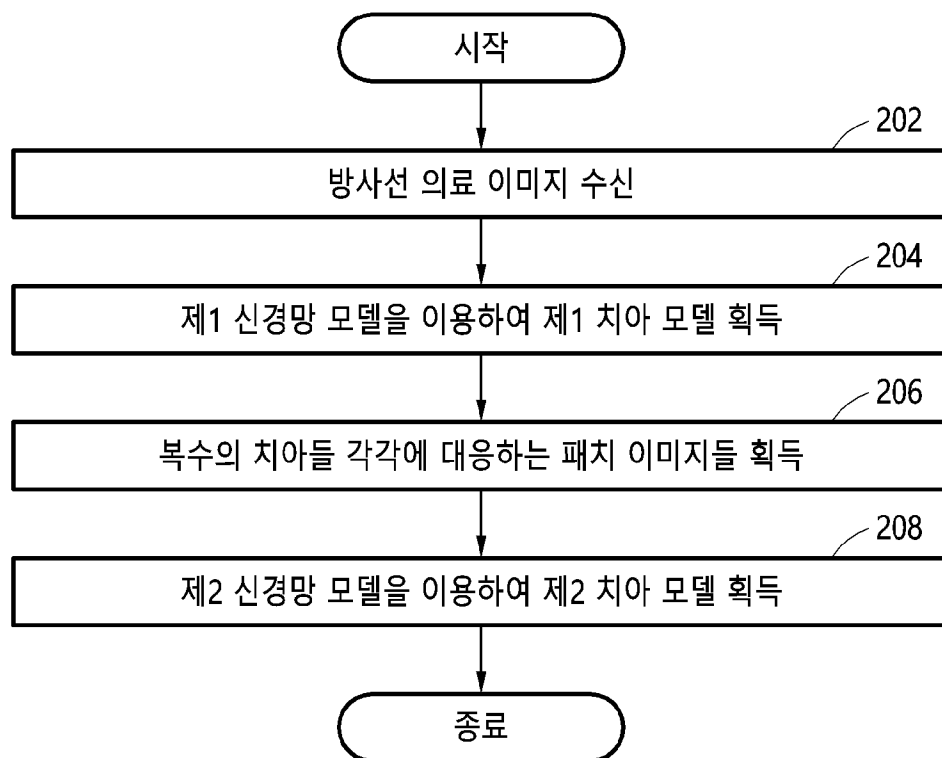
- 상기 방사선 의료 이미지를 다운 샘플링하여 상기 제1 신경망 모델에 제공하는,
3차원 치아 모델 생성 장치.
- [청구항 7] 3차원 치아 모델 생성 장치에 의해 수행되는 3차원 치아 모델 생성 방법에 있어서,
사용자의 복수의 치아들이 나타난 방사선 의료 이미지를 수신하는 동작;
상기 방사선 의료 이미지를 입력으로 하는 제1 신경망 모델을 이용하여
상기 복수의 치아들이 구획화된 제1 치아 모델을 획득하는 동작;
상기 제1 치아 모델에 나타난 구획화된 치아들에 기초하여 상기 방사선
의료 이미지로부터 상기 복수의 치아들 각각에 대응하는 패치 이미지들
을 획득하는 동작; 및
상기 패치 이미지들 각각을 입력으로 하는 제2 신경망 모델을 이용하여
개별 치아에 대해 법랑질, 상아질, 및 치수로 구획화된 제2 치아 모델을 획득하는 동작
을 포함하는 3차원 치아 모델 생성 방법.
- [청구항 8] 제7항에 있어서,
상기 제1 치아 모델은,
상기 복수의 치아들 각각에 대한 식별 번호 및 위치를 나타내는,
3차원 치아 모델 생성 방법.
- [청구항 9] 제8항에 있어서,
제2 치아 모델을 획득하는 동작은,
상기 제1 치아 모델, 상기 식별 번호, 및 상기 위치를 이용하여 상기 제2 치
아 모델을 획득하는 동작
을 포함하는 3차원 치아 모델 생성 방법.
- [청구항 10] 제7항에 있어서,
상기 제1 신경망 모델은,
3차원 컨볼루션 신경망을 기초로 하는 인코더 및 디코더를 포함하는,
3차원 치아 모델 생성 방법.
- [청구항 11] 제7항에 있어서,
상기 제1 신경망 모델은,
교차 엔트로피 손실 함수 및 다이스 손실 함수를 이용하여 상기 제1 신경
망 모델의 파라미터를 조절하도록 학습된 것인,
3차원 치아 모델 생성 방법.
- [청구항 12] 제8항에 있어서,
상기 제1 치아 모델을 획득하는 동작은,
상기 방사선 의료 이미지를 다운 샘플링하여 상기 제1 신경망 모델에 제
공하는 동작
을 포함하는 3차원 치아 모델 생성 방법.

[청구항 13] 제7항의 방법을 수행하기 위한 명령어를 포함하는 하나 이상의 컴퓨터 프로그램을 저장한 컴퓨터 판독 가능 기록 매체.

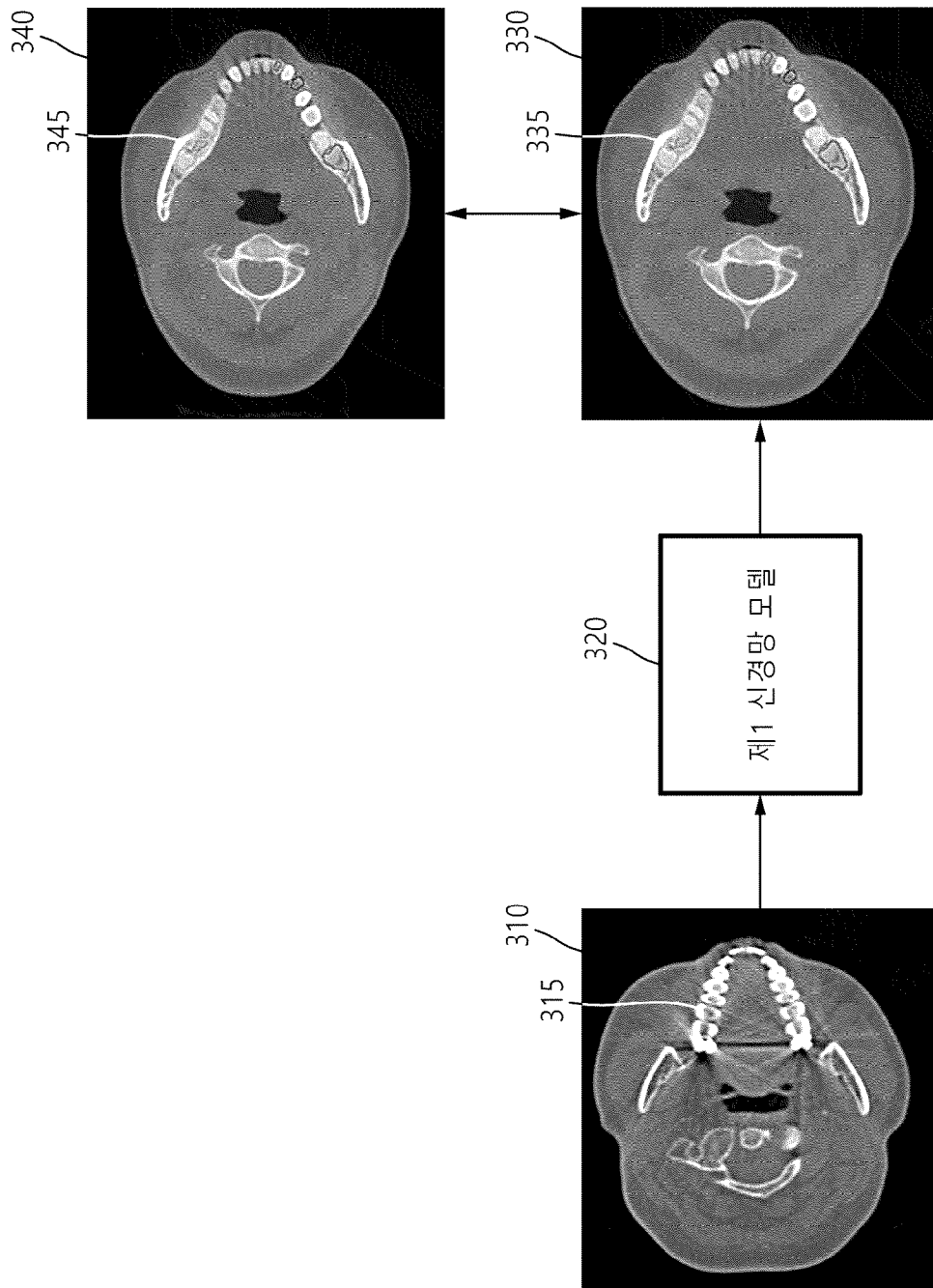
[도1]



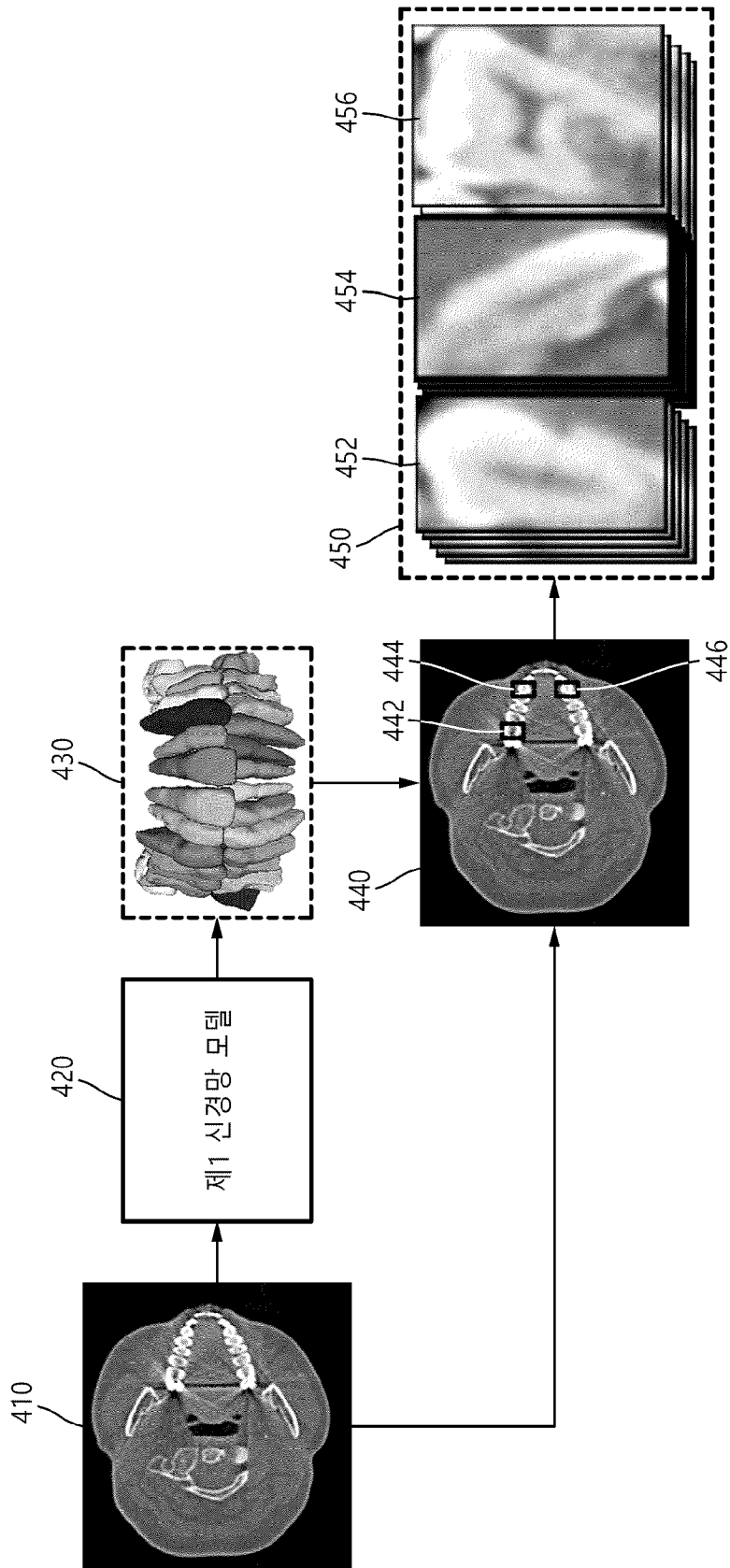
[도2]



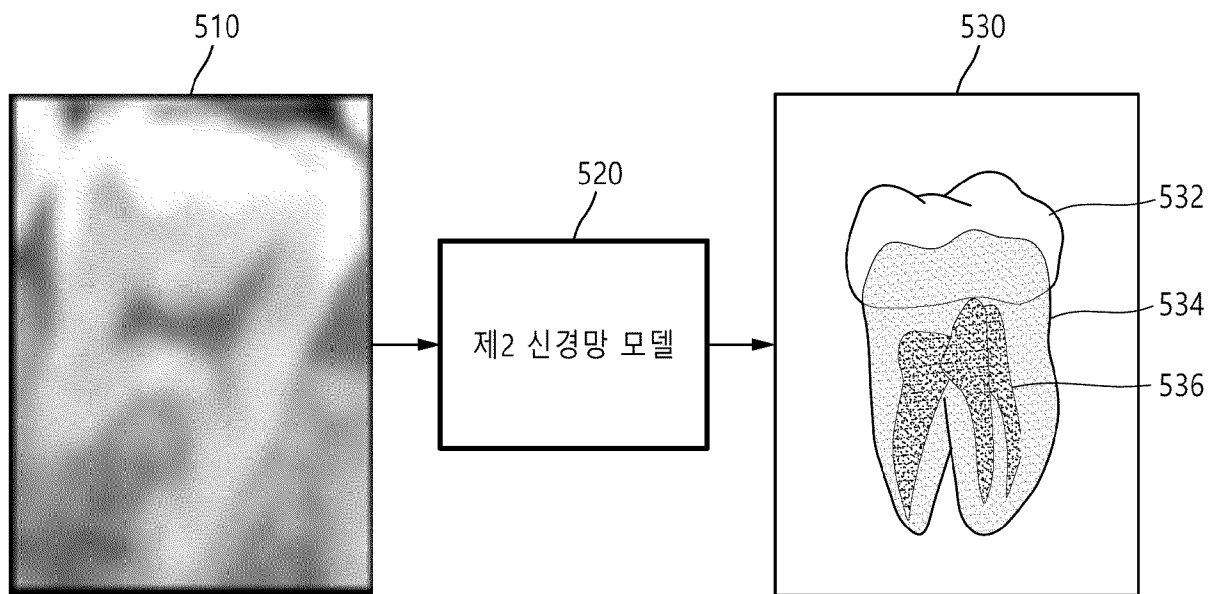
[도3]



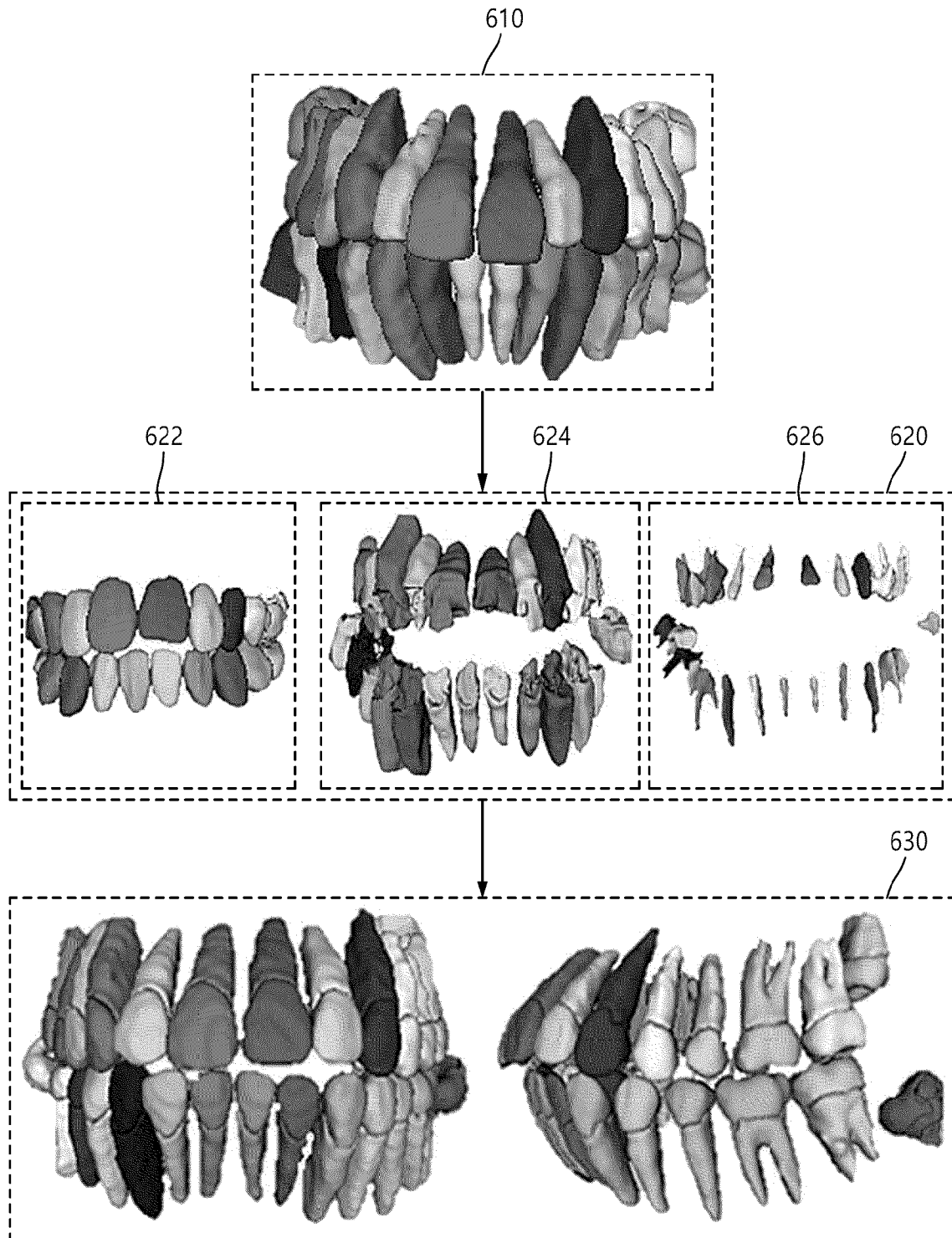
[도4]



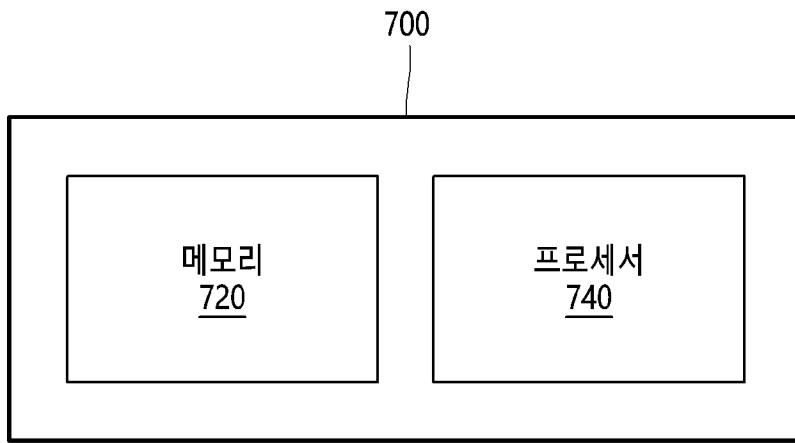
[도5]



[도6]



[도7]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/KR2023/020197

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

A61B 6/51(2024.01)i; A61B 6/00(2006.01)i; A61B 6/03(2006.01)i; G06T 17/00(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

A61B 6/51(2024.01); A61B 6/00(2006.01); A61B 6/03(2006.01); A61B 6/14(2006.01); G06K 9/00(2006.01);
G06K 9/34(2006.01); G06T 17/00(2006.01); G06T 19/20(2011.01)

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Korean utility models and applications for utility models: IPC as above
Japanese utility models and applications for utility models: IPC as above

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

eKOMPASS (KIPO internal) & keywords: 구강(dental), 치아(teeth), 3차원(three dimension), 신경망(neural network), 학습(learning), 분류(class)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	KR 10-2020-0108822 A (PROMATON HOLDING B.V.) 21 September 2020 (2020-09-21) See paragraphs [0032]-[0099]; and figures 3, 4a and 4b.	1,2,4,7,8,10,13
A		3,5,6,9,11,12
Y	JP 2022-508691 A (CARESTREAM DENTAL LLC) 19 January 2022 (2022-01-19) See paragraph [0021].	1,2,4,7,8,10,13
A	JP 7152738 B2 (YOSHIDA DENTAL MFG CO., LTD.) 13 October 2022 (2022-10-13) See entire document.	1-13
A	CN 113516784 A (SICHUAN JIUZHOU ELECTRIC GROUP CO., LTD. et al.) 19 October 2021 (2021-10-19) See entire document.	1-13



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“D” document cited by the applicant in the international application

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

13 March 2024

Date of mailing of the international search report

14 March 2024

Name and mailing address of the ISA/KR

Korean Intellectual Property Office
Government Complex-Daejeon Building 4, 189 Cheongsaro, Seo-gu, Daejeon 35208

Facsimile No. +82-42-481-8578

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/KR2023/020197

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
PX	KR 10-2587782 B1 (KOREA UNIVERSITY RESEARCH AND BUSINESS FOUNDATION) 11 October 2023 (2023-10-11) See claims 1, 4-7 and 10-13. ※ This document is the published patent of an earlier application that serves as a basis for claiming priority of the present international application.	1-13

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/KR2023/020197

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
KR	10-2020-0108822	A	21 September 2020	CN	111328397	A	23 June 2020
				EP	3462373	A1	03 April 2019
				EP	3692463	A2	12 August 2020
				JP	2020-535897	A	10 December 2020
				JP	7412334	B2	12 January 2024
				US	11568533	B2	31 January 2023
				US	2020-0320685	A1	08 October 2020
				WO	2019-068741	A2	11 April 2019
				WO	2019-068741	A3	16 May 2019
JP	2022-508691	A	19 January 2022	EP	3864619	A1	18 August 2021
				JP	2022-077166	A5	28 October 2022
				US	2021-0343020	A1	04 November 2021
				WO	2020-077166	A1	16 April 2020
JP	7152738	B2	13 October 2022	JP	2019-115545	A	18 July 2019
CN	113516784	A	19 October 2021	CN	113516784	B	23 May 2023
KR	10-2587782	B1	11 October 2023	None			

A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC))

A61B 6/51(2024.01)i; A61B 6/00(2006.01)i; A61B 6/03(2006.01)i; G06T 17/00(2006.01)i

B. 조사된 분야

조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재)

A61B 6/51(2024.01); A61B 6/00(2006.01); A61B 6/03(2006.01); A61B 6/14(2006.01); G06K 9/00(2006.01); G06K 9/34(2006.01); G06T 17/00(2006.01); G06T 19/20(2011.01)

조사된 기술분야에 속하는 최소문헌 이외의 문헌

한국등록실용신안공보 및 한국공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC
일본등록실용신안공보 및 일본공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC

국제조사에 이용된 전산 데이터베이스(데이터베이스의 명칭 및 검색어(해당하는 경우))

eKOMPASS(특허청 내부 검색시스템) & 키워드: 구강(dental), 치아(teeth), 3차원(three dimension), 신경망(neural network), 학습(learning), 분류(class)

C. 관련 문헌

카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항
Y	KR 10-2020-0108822 A (프로베이션 홀딩 비.브이.) 2020.09.21 단락 [0032]-[0099]; 도면 3,4a,4b	1,2,4,7,8,10,13
A		3,5,6,9,11,12
Y	JP 2022-508691 A (CARESTREAM DENTAL LLC) 2022.01.19 단락 [0021]	1,2,4,7,8,10,13
A	JP 7152738 B2 (YOSHIDA DENTAL MFG CO., LTD.) 2022.10.13 전체 문헌	1-13
A	CN 113516784 A (SICHUAN JIUZHOU ELECTRIC GROUP CO., LTD. 등) 2021.10.19 전체 문헌	1-13
PX	KR 10-2587782 B1 (고려대학교 산학협력단) 2023.10.11 청구항 1,4-7,10-13 ※ 상기 문헌은 본 국제출원의 우선권주장의 기초가 되는 선출원의 등록공보임	1-13

☐ 추가 문헌이 C(계속)에 기재되어 있습니다.☒ 대응특허에 관한 별지를 참조하십시오.

* 인용된 문헌의 특별 카테고리:

“A” 특별히 관련이 없는 것으로 보이는 일반적인 기술수준을 정의한 문헌

“D” 본 국제출원에서 출원인이 인용한 문헌

“E” 국제출원일보다 빠른 출원일 또는 우선일을 가지나 국제출원일 이후에 공개된 선출원 또는 특허 문헌

“L” 우선권 주장에 의문을 제기하는 문헌 또는 다른 인용문헌의 공개일 또는 다른 특별한 이유(이유를 명시)를 밝히기 위하여 인용된 문헌

“O” 구두 개시, 사용, 전시 또는 기타 수단을 언급하고 있는 문헌

“P” 우선일 이후에 공개되었으나 국제출원일 이전에 공개된 문헌

“T” 국제출원일 또는 우선일 후에 공개된 문헌으로, 출원과 상충하지 않으며 발명의 기초가 되는 원리나 이론을 이해하기 위해 인용된 문헌

“X” 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌 하나만으로 청구된 발명의 신규성 또는 진보성이 없는 것으로 본다.

“Y” 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌이 하나 이상의 다른 문헌과 조합하는 경우로 그 조합이 당업자에게 자명한 경우 청구된 발명은 진보성이 없는 것으로 본다.

“&” 동일한 대응특허문헌에 속하는 문헌

국제조사의 실제 완료일

2024년03월13일(13.03.2024)

국제조사보고서 발송일

2024년03월14일(14.03.2024)

ISA/KR의 명칭 및 우편주소

대한민국 특허청
(35208) 대전광역시 서구 청사로 189, 4동 (둔산동,
정부대전청사)

팩스 번호 +82-42-481-8578

심사관

이강하

전화번호 +82-42-481-5003

국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일
KR 10-2020-0108822 A	2020/09/21	CN 111328397 A	2020/06/23
		EP 3462373 A1	2019/04/03
		EP 3692463 A2	2020/08/12
		JP 2020-535897 A	2020/12/10
		JP 7412334 B2	2024/01/12
		US 11568533 B2	2023/01/31
		US 2020-0320685 A1	2020/10/08
		WO 2019-068741 A2	2019/04/11
		WO 2019-068741 A3	2019/05/16
JP 2022-508691 A	2022/01/19	EP 3864619 A1	2021/08/18
		JP 2022-077166 A5	2022/10/28
		US 2021-0343020 A1	2021/11/04
		WO 2020-077166 A1	2020/04/16
JP 7152738 B2	2022/10/13	JP 2019-115545 A	2019/07/18
CN 113516784 A	2021/10/19	CN 113516784 B	2023/05/23
KR 10-2587782 B1	2023/10/11	없음	