



**(19) 대한민국특허청(KR)**  
**(12) 공개특허공보(A)**

(11) 공개번호 10-2024-0000253  
(43) 공개일자 2024년01월02일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
G16H 30/40 (2018.01) A61B 6/00 (2006.01)  
G06V 10/26 (2022.01) G06V 10/70 (2022.01)  
G16H 30/20 (2018.01) G16H 50/20 (2018.01)

(52) CPC특허분류  
G16H 30/40 (2018.01)  
A61B 6/5217 (2020.08)

(21) 출원번호 10-2022-0077010  
(22) 출원일자 2022년06월23일  
심사청구일자 2022년06월23일

(71) 출원인  
연세대학교 산학협력단  
서울특별시 서대문구 연세로 50 (신촌동, 연세대학교)

(72) 발명자  
김성준  
서울특별시 강남구 압구정로33길 70, 55동 102호 (압구정동, 현대아파트)  
김성환  
서울특별시 강남구 언주로 332, 110동 2002호 (역삼동, 역삼푸르지오아파트)  
황상철  
서울특별시 성북구 돌곶이로8길 22, 105동 802호 (석관동, 래미안아트리치)

(74) 대리인  
특허법인인벤싱크

전체 청구항 수 : 총 22 항

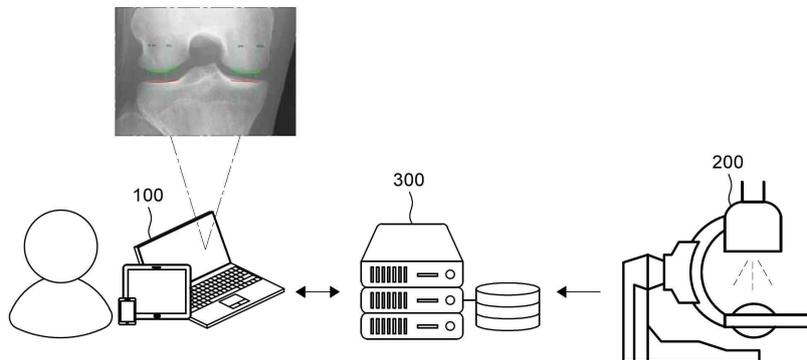
(54) 발명의 명칭 **관절강에 대한 정보 제공 방법 및 이를 이용한 관절강에 대한 정보 제공용 디바이스**

**(57) 요약**

본 발명은, 프로세서 및 통신부에 의해 구현되는 관절강 (Joint space) 에 대한 정보 제공 방법으로서, 통신부를 통해, 개체의 하지 의료 영상을 수신하는 단계; 프로세서를 통해, 하지 의료 영상을 입력으로 하여, 대퇴 (Femur) 영역, 경골 내곽 (Tibia inner) 영역 및 경골 외곽 (Tibia outer) 영역 각각을 분할하도록 학습된 복수의 모델을 이용하여, 수신된 상기 하지 의료 영상을 기초로 대퇴 영역, 경골 내곽 영역 및 경골 외곽 영역 각각을 예측하는 단계; 대퇴 영역, 경골 내곽 영역 및 경골 외곽 영역을 기초로 관절강 측정을 위한 가이드선을 결정 하되, 가이드선은 상기 경골 내곽 영역 또는 경골 외곽 영역의 적어도 한 점과 대퇴 영역 내의 적어도 한 점을 잇는 선인, 가이드선을 결정하는 단계, 및 가이드선을 기초로 관절강 측정치를 결정하는 단계를 포함하는, 관절강에 대한 정보 제공 방법 및 이를 이용한 디바이스를 제공한다.

**대표도** - 도1

1000



(52) CPC특허분류

- G06V 10/26 (2023.08)
- G06V 10/70 (2023.08)
- G16H 30/20 (2018.01)
- G16H 50/20 (2018.01)
- G06V 2201/033 (2022.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711138020
과제번호	KMDF_PR_20200901_0046-03
부처명	다부처
과제관리(전문)기관명	(재단)범부처전주기의료기기연구개발사업단
연구사업명	범부처전주기의료기기연구개발사업(R&D)(과기정통부, 복지부, 산업부)
연구과제명	(참여2)체중부하 환경에서 전신촬영이 가능한 X선 영상의료기기
기 여 율	1/1
과제수행기관명	연세대학교 산학협력단
연구기간	2021.03.01 ~ 2022.02.28

---

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

프로세서 및 통신부에 의해 구현되는 관절강 (Joint space) 에 대한 정보 제공 방법으로서,

상기 통신부를 통해, 개체의 하지 의료 영상을 수신하는 단계;

상기 프로세서를 통해, 하지 의료 영상을 입력으로 하여, 대퇴 (Femur) 영역, 경골 내곽 (Tibia inner) 영역 및 경골 외곽 (Tibia outer) 영역 각각을 분할하도록 학습된 복수의 모델을 이용하여, 수신된 상기 하지 의료 영상을 기초로 상기 대퇴 영역, 경골 내곽 영역 및 상기 경골 외곽 영역 각각을 예측하는 단계;

상기 대퇴 영역, 상기 경골 내곽 영역 및 상기 경골 외곽 영역을 기초로 관절강 측정을 위한 가이드선을 결정하되, 상기 가이드선은 상기 경골 내곽 영역 또는 상기 경골 외곽 영역의 적어도 한 점과 상기 대퇴 영역 내의 적어도 한 점을 잇는 선인, 가이드선을 결정하는 단계, 및

상기 가이드선을 기초로 관절강 측정치를 결정하는 단계를 포함하는, 관절강에 대한 정보 제공 방법.

#### 청구항 2

제1항에 있어서,

상기 가이드선을 결정하는 단계 이후에,

상기 가이드선 및 상기 대퇴 영역을 기초로 대퇴부 관절구 (femoral condyle) 의 관절선 (joint line) 을 결정하는 단계, 및

상기 가이드선, 경골 내곽 영역 및 경골 외곽 영역을 기초로, 경골의 관절선을 결정하는 단계를 더 포함하고,

상기 관절강 측정치를 결정하는 단계는,

상기 대퇴부의 관절구의 관절선 및 상기 경골의 관절선을 기초로 상기 관절강 측정치를 결정하는 단계를 포함하는, 관절강에 대한 정보 제공 방법.

#### 청구항 3

제2항에 있어서,

상기 대퇴부 관절구의 관절선을 결정하는 단계는,

상기 가이드선 내의 대퇴 영역에 대한 픽셀 강도 (intensity) 및 상기 대퇴 영역에 대한 경계선에 기초하여 상기 대퇴부 관절구의 관절선을 결정하는 단계를 포함하고, 또는

상기 경골의 관절선을 결정하는 단계는,

상기 가이드선 내의 경골 내곽 영역 또는 경골 외곽 영역에 대한 픽셀 강도 및 상기 경골 내곽 영역 또는 상기 경골 외곽 영역에 대한 경계선에 기초하여 상기 경골 관절선을 결정하는 단계를 포함하는, 관절강에 대한 정보 제공 방법.

#### 청구항 4

제3항에 있어서,

상기 경골의 관절선을 결정하는 단계는,

상기 경골 외곽 영역에 대한 픽셀 강도에 기초하여 복수의 제1 특징점을 결정하는 단계;

상기 경골 내곽 영역에 대한 경계선을 기초로 복수의 제2 특징점을 결정하는 단계, 및

상기 제1 특징점 및 상기 제2 특징점에 기초하여 상기 경골 관절선을 결정하는 단계를 포함하는, 관절강에 대한

정보 제공 방법.

#### 청구항 5

제4항에 있어서,

상기 제1 특징점을 결정하는 단계는,

상기 경골 외곽 영역에 대한 픽셀의 거리값 또는 기울기에 기초하여 상기 제1 특징점을 결정하는 단계를 포함하는, 관절강에 대한 정보 제공 방법.

#### 청구항 6

제4항에 있어서,

상기 제1 특징점 및 상기 제2 특징점에 기초하여 상기 경골 관절선을 결정하는 단계는,

상기 가이드선 내에서 제1 특징점을 우선순위로 상기 경골 관절선을 결정하되, 상기 제1 특징점이 없을 경우 상기 제2 특징점을 기초로 상기 경골 관절선을 결정하는 단계를 포함하는, 관절강에 대한 정보 제공 방법.

#### 청구항 7

제2항에 있어서,

상기 가이드선을 결정하는 단계는,

상기 대퇴 영역을 기초로 제1 가이드선을 결정하는 단계를 포함하고,

상기 가이드선을 결정하는 단계 이후에,

제2 가이드선을 획득하도록, 상기 제1 가이드선을 확장하는 단계를 더 포함하고,

상기 대퇴부 관절구의 관절선을 결정하는 단계는,

상기 제2 가이드선 내에서 확장된 대퇴부 관절구의 관절선을 결정하는 단계를 더 포함하고,

상기 경골의 관절선을 결정하는 단계는,

상기 제2 가이드선 내에서 확장된 경골의 관절선을 결정하는 단계를 더 포함하는, 관절강에 대한 정보 제공 방법.

#### 청구항 8

제7항에 있어서,

상기 관절강 측정치를 결정하는 단계는,

상기 확장된 대퇴부 관절구의 관절선 및 상기 확장된 경골의 관절선을 기초로 상기 관절강 측정치를 결정하는 단계를 더 포함하는, 관절강에 대한 정보 제공 방법.

#### 청구항 9

제1항에 있어서,

상기 가이드선을 결정하는 단계는,

상기 하지의 내측 (medial) 에 대한 가이드선을 결정하는 단계, 및

상기 하지 외측 (lateral) 에 대한 가이드선을 결정하는 단계를 포함하는, 관절강에 대한 정보 제공 방법.

#### 청구항 10

제1항에 있어서,

상기 대퇴 영역은,

내측 대퇴 (medial femur) 영역 및 외측 대퇴 (lateral femur) 영역을 포함하고,

상기 가이드선을 결정하는 단계는,

상기 내측 대퇴 영역 및 상기 외측 대퇴 영역 각각과 한 점에서 만나는 제1 기준선을 결정하는 단계;

상기 제1 기준선과 수직이되, 상기 내측 대퇴 영역의 상과 (epicondyle) 또는 상기 외측 대퇴 영역의 상과와 접하는 제2 기준선을 결정하는 단계, 및

상기 제1 기준선 및 상기 제2 기준선을 기초로 상기 가이드선을 결정하는 단계를 더 포함하는, 관절강에 대한 정보 제공 방법.

#### 청구항 11

제10항에 있어서,

상기 제1 기준선 및 제2 기준선을 기초로 가이드선을 결정하는 단계 이전에,

상기 제1 기준선 또는 상기 제2 기준선을 입력 받는 단계를 더 포함하는, 관절강에 대한 정보 제공 방법.

#### 청구항 12

제10항에 있어서,

상기 관절강 측정치를 결정하는 단계는,

상기 가이드선 내에서 상기 제1 기준선 상의 기준점을 입력받는 단계, 및

상기 기준점 및 상기 제2 기준선을 기초로 관절강 폭 (Joint space width) 을 결정하는 단계를 포함하는, 관절강에 대한 정보 제공 방법.

#### 청구항 13

제1항에 있어서,

상기 각각을 예측하는 단계는,

상기 복수의 모델을 이용하여 상기 하지 의료 영상 내에서 복수의 ROI (region of interest) 각각 결정하는 단계, 및

각각의 ROI 를 기초로 상기 대퇴 영역, 상기 경골 내과 영역 및 상기 경골 외과 영역 각각을 예측하는 단계를 포함하는, 관절강에 대한 정보 제공 방법.

#### 청구항 14

개체의 하지 의료 영상을 수신하도록 구성된 통신부, 및

상기 통신부와 기능적으로 연결된 프로세서를 포함하되,

상기 프로세서는,

하지 의료 영상을 입력으로 하여, 대퇴 (Femur) 영역, 경골 내과 (Tibia inner) 영역 및 경골 외과 (Tibia outer) 영역 각각을 분할하도록 학습된 복수의 모델을 이용하여, 수신된 상기 하지 의료 영상을 기초로 상기 대퇴 영역, 경골 내과 영역 및 상기 경골 외과 영역 각각을 예측하고,

상기 대퇴 영역, 상기 경골 내과 영역 및 상기 경골 외과 영역을 기초로 관절강 측정을 위한 가이드선을 결정하되, 상기 가이드선은 경골 내과 영역 또는 상기 경골 외과 영역과 상기 대퇴 영역을 지나가는 선인, 가이드선을 결정하고,

상기 가이드선을 기초로 관절강 측정치를 결정하도록 구성된, 관절강에 대한 정보 제공용 디바이스.

#### 청구항 15

제14항에 있어서,

상기 프로세서는,

상기 가이드선 및 상기 대퇴 영역을 기초로 대퇴부 관절구 (femoral condyle) 의 관절선 (joint line) 을 결정하고,

상기 가이드선, 경골 내곽 영역 및 경골 외곽 영역을 기초로, 경골의 관절선을 결정하고,

상기 대퇴부의 관절구의 관절선 및 상기 경골의 관절선을 기초로 상기 관절강 측정치를 결정하도록 더 구성된, 관절강에 대한 정보 제공용 디바이스.

#### 청구항 16

제15항에 있어서,

상기 프로세서는,

상기 가이드선 내의 대퇴 영역에 대한 픽셀 강도 (intensity) 및 상기 대퇴 영역에 대한 경계선에 기초하여 상기 대퇴부 관절구의 관절선을 결정하고,

상기 가이드선 내의 경골 내곽 영역 또는 경골 외곽 영역에 대한 픽셀 강도 및 상기 경골 내곽 영역 또는 상기 경골 외곽 영역에 대한 경계선에 기초하여 상기 경골 관절선을 결정하도록 더 구성된, 관절강에 대한 정보 제공용 디바이스.

#### 청구항 17

제16항에 있어서,

상기 프로세서는,

상기 경골 외곽 영역에 대한 픽셀 강도에 기초하여 복수의 제1 특징점을 결정하고,

상기 경골 내곽 영역에 대한 경계선을 기초로 복수의 제2 특징점을 결정하고,

상기 제1 특징점 및 상기 제2 특징점에 기초하여 상기 경골 관절선을 결정하도록 더 구성된, 관절강에 대한 정보 제공용 디바이스.

#### 청구항 18

제15항에 있어서,

상기 프로세서는,

상기 대퇴 영역을 기초로 제1 가이드선을 결정하고,

제2 가이드선을 획득하도록, 상기 제1 가이드선을 확장하고,

상기 제2 가이드선 내에서 확장된 대퇴부 관절구의 관절선을 결정하고,

상기 제2 가이드선 내에서 확장된 경골의 관절선을 결정하도록 더 구성된, 관절강에 대한 정보 제공용 디바이스.

#### 청구항 19

제14항에 있어서,

상기 프로세서는,

상기 하지의 내측 (medial) 에 대한 가이드선을 결정하고,

상기 하지 외측 (lateral) 에 대한 가이드선을 결정하도록 더 구성된, 관절강에 대한 정보 제공용 디바이스.

#### 청구항 20

제14항에 있어서,

상기 대퇴 영역은,

내측 대퇴 (medial femur) 영역 및 외측 대퇴 (lateral femur) 영역을 포함하고,

상기 프로세서는,

상기 내측 대퇴 영역 및 상기 외측 대퇴 영역 각각과 한 점에서 만나는 제1 기준선을 결정하고,

상기 제1 기준선과 수직이되, 상기 내측 대퇴 영역의 상과 (epicondyle) 또는 상기 외측 대퇴 영역의 상과와 접하는 제2 기준선을 결정하고,

상기 제1 기준선 및 상기 제2 기준선을 기초로 상기 가이드선을 결정하도록 더 구성된, 관절강에 대한 정보 제공용 디바이스.

#### 청구항 21

제20항에 있어서,

상기 제1 기준선 또는 상기 제2 기준선을 입력 받도록 구성된, 입력부를 더 포함하는, 관절강에 대한 정보 제공용 디바이스.

#### 청구항 22

제20항에 있어서,

상기 가이드선 내에서 상기 제1 기준선 상의 기준점을 입력받도록 구성된, 입력부를 더 포함하고,

상기 프로세서는,

입력된 상기 기준점 및 상기 제2 기준선을 기초로 관절강 폭 (Joint space width) 을 결정하도록 더 구성된, 관절강에 대한 정보 제공용 디바이스.

### 발명의 설명

#### 기술 분야

[0001] 본 발명은 관절강에 대한 정보 제공 방법 및 이를 이용한 관절강에 대한 정보 제공용 디바이스에 관한 것이다.

#### 배경 기술

[0002] 관절염의 종류에 따라 관절을 이루는 관절연골과 연골하골, 활액막, 힘줄과 인대의 변화가 각각 다른 양상으로 나타나므로 임상소견과 더불어 영상 진단은 관절염의 감별에 적용될 수 있다.

[0003] 한편, 관절은 일정한 부피의 연골층을 지니고 있으며 연골층을 포함하는 관절 사이의 공간을 관절강 (Joint space) 이라고 한다.

[0004] 이때, 관절강은 관절염과 같은 근골격계 질환과 연관이 있을 수 있다. 예를 들어, 영상 진단을 통해 관절 연골 손상에 따른 관절강 협착 (joint space narrowing) 과 대칭성 (symmetry), 관절주위 골다공증, 관절주위 골 경화 (sclerosis), 골 미란 (bone erosion), 연골하 낭종 (subchondral cyst), 관절주위 연부조직 변화, 석회질 침착, 관절 모양의 변화, 침범관절의 개수와 분포 등이 평가되며, 여기서 관절강의 협소화는 임상적으로 연골층의 변성 또는 파괴를 의미할 수 있다.

[0005] 한편, 이처럼 관절강은 의료 영상 촬영을 통해 확인 가능할 수 있으나, X-선 촬영에서 보여지는 관절 연극은 해부학적으로 보여지는 실제 관절의 간극보다 넓을 수 있고, 임상외에 의하여 수동으로 측정될 수 있음에 따라, 객관적이며 일관적인 측정이 어려울 수 있다.

[0006] 이에, 관절강의 측정치를 정확하게 판별하기 위해, 관절강과 연관된 신뢰도 높은 정보를 제공하는 방법의 개발이 지속적으로 요구되고 있는 실정이다.

[0007] 발명의 배경이 되는 기술은 본 발명에 대한 이해를 보다 용이하게 하기 위해 작성되었다. 발명의 배경이 되는 기술에 기재된 사항들이 선행기술로 존재한다고 인정하는 것으로 이해되어서는 안 된다.

### 발명의 내용

#### 해결하려는 과제

- [0008] 한편, 본 발명의 발명자들은 관절강의 측정치가 다양한 임상 상황에서 측정될 수 있으며, 의료인의 숙련도에 따라 다르게 측정될 수 있음에 주목하였다.
- [0009] 이때, 본 발명의 발명자들은 인공 신경망 알고리즘 기반의 시스템을 도입함으로써 종래의 의료 영상에 기초한 정보 제공 시스템이 갖는 한계 및 문제점들을 보완하고자 하였다.
- [0010] 본 발명의 발명자들은, X-레이 영상을 포함하는 의료 영상에 기초한 진단과 관련하여 의료 영상의 데이터에 의해 학습된 예측 모델을 이용할 수 있음을 인지할 수 있었다.
- [0011] 특히, 본 발명의 발명자들은, 예측 모델에 기초하여 의료 영상에 대하여 관절강 평가의 대상이 되는 골 영역 각각을 결정하고, 이의 해부학적 구조에 따라 미리 결정된 특징점을 예측함으로써, 어떠한 환경에서도 표준화되고 재현성 있는 관절강에 대한 평가가 가능함을 인지할 수 있었다.
- [0012] 보다 구체적으로, 본 발명의 발명자들은, 의료 영상을 입력으로 하여 대퇴 (Femur) 영역 및 경골 (Tibia) 영역 각각을 분할하도록, 복수의 예측 모델을 구축하고자 하였다.
- [0013] 나아가, 본 발명의 발명자들은 예측된 각각의 영역 내에서 관절강 측정치를 결정하기 위한 가이드선과 관절강의 측정치를 반자동 또는 자동으로 결정하여 관절강에 대한 정보를 제공하고자 하였다.
- [0014] 본 발명의 발명자들은, 특히 인공 신경망 알고리즘을 이용한 예측 정보를 제시함으로써 의료진이 관절강에 대한 신뢰도 높은 분석 결과를 제공할 수 있음을 인지할 수 있었다.
- [0015] 그 결과, 본 발명의 발명자들은, 예측 모델에 의해 예측된 대퇴 영역 및 경골 영역에 기초하여 관절강 측정치를 결정하도록 구성된 정보 제공 시스템을 개발하기에 이르렀다.
- [0016] 특히, 본 발명의 발명자들은, 새로운 정보 제공 시스템을 제공함으로써, 영상 촬영 시 개체의 상태, 및 의료인의 숙련도에 따른 진단의 오류의 발생과 같은 종래의 의료 영상에 기초한 정보 제공 시스템이 갖는 한계들을 극복할 것을 기대할 수 있었다.
- [0017] 이때, 본 발명의 발명자들은 새로운 정보 제공 시스템에 대하여, 기 생성된 가이드선을 확장한 후 대퇴 영역 및 경골 영역에 대한 픽셀 강도 및 예측 모델에 의해 분할된 각 영역을 기초로 복수의 관절선을 결정하고 관절강 측정의 기준이 되는 기준점을 자동 결정하는 알고리즘을 적용할 수 있었다. 이를 통해, 본 발명의 발명자들은 사용자의 숙련도에 관계 없이 관절강 측정치를 높은 신뢰도로 결정할 수 있음을 기대할 수 있었다.
- [0018] 나아가, 본 발명의 발명자들은 새로운 정보 제공 시스템에 대하여 생성된 가이드선으로부터 관절강 측정의 기준이 되는 기준점에 대한 선택을 입력 받도록 상기 시스템을 더욱 구축할 수 있었다. 이를 통해, 본 발명의 발명자들은 반자동화 시스템을 구현할 수 있었다.
- [0019] 이에, 본 발명이 해결하고자 하는 과제는 수신된 의료 영상을 기초로 예측 모델을 이용하여 의료 영상에 대한 대퇴 영역 및 경골 영역을 예측하고, 가이드선을 결정하고, 이를 기초로 관절강 측정치를 결정하도록 구성된, 정보 제공 방법 및 디바이스를 제공하는 것이다.
- [0020] 본 발명의 과제들은 이상에서 언급한 과제들로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 과제들은 아래의 기재로부터 당업자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

**과제의 해결 수단**

- [0021] 전술한 바와 같은 과제를 해결하기 위하여 본 발명의 실시예에 따른 관절강에 대한 정보 제공 방법이 제공된다. 상기 정보 제공 방법은, 프로세서 및 통신부에 의해 구현되는 관절강에 대한 정보 제공 방법으로 통신부를 통해, 개체의 하지 의료 영상을 수신하는 단계, 프로세서를 통해, 하지 의료 영상을 입력으로 하여, 대퇴 (Femur) 영역, 경골 내과 (Tibia inner) 영역 및 경골 외과 (Tibia outer) 영역 각각을 분할하도록 학습된 복수의 모델을 이용하여, 수신된 하지 의료 영상을 기초로 대퇴 영역, 경골 내과 영역 및 경골 외과 영역 각각을 예측하는 단계, 대퇴 영역, 경골 내과 영역 및 경골 외과 영역을 기초로 관절강 측정을 위한 가이드선을 결정하되, 가이드선은 경골 내과 영역 또는 경골 외과 영역의 적어도 한 점과 대퇴 영역 내의 적어도 한 점을 잇는 선인, 가이드선을 결정하는 단계, 및 가이드선을 기초로 관절강 측정치를 결정하는 단계를 포함한다.
- [0022] 본 발명의 특징에 따르면, 상기 정보 제공 방법은 가이드선을 결정하는 단계 이후에, 가이드선 및 대퇴 영역을 기초로 대퇴부 관절구 (femoral condyle) 의 관절선 (joint line) 을 결정하는 단계, 및 가이드선, 경골 내과 영역 및 경골 외과 영역을 기초로, 경골의 관절선을 결정하는 단계를 더 포함할 수 있다. 나아가, 관절강 측정

치를 결정하는 단계는, 대퇴부의 관절구의 관절선 및 경골의 관절선을 기초로 관절강 측정치를 결정하는 단계를 포함할 수 있다.

- [0023] 본 발명의 다른 특징에 따르면, 대퇴부 관절구의 관절선을 결정하는 단계는, 가이드선 내의 대퇴 영역에 대한 픽셀 강도 (intensity) 및 대퇴 영역에 대한 경계선에 기초하여 대퇴부 관절구의 관절선을 결정하는 단계를 포함하거나, 또는 경골의 관절선을 결정하는 단계는, 가이드선 내의 경골 내곽 영역 또는 경골 외곽 영역에 대한 픽셀 강도 및 경골 내곽 영역 또는 경골 외곽 영역에 대한 경계선에 기초하여 경골 관절선을 결정하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0024] 본 발명의 또 다른 특징에 따르면, 경골의 관절선을 결정하는 단계는, 경골 외곽 영역에 대한 픽셀 강도에 기초하여 복수의 제1 특징점을 결정하는 단계, 경골 내곽 영역에 대한 경계선을 기초로 복수의 제2 특징점을 결정하는 단계, 및 제1 특징점 및 제2 특징점에 기초하여 경골 관절선을 결정하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0025] 본 발명의 또 다른 특징에 따르면, 제1 특징점을 결정하는 단계는, 경골 외곽 영역에 대한 픽셀의 거리값 또는 기울기에 기초하여 제1 특징점을 결정하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0026] 본 발명의 또 다른 특징에 따르면, 제1 특징점 및 제2 특징점에 기초하여 경골 관절선을 결정하는 단계는, 가이드선 내에서 제1 특징점을 우선순위로 경골 관절선을 결정하되, 제1 특징점이 없을 경우 제2 특징점을 기초로 경골 관절선을 결정하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0027] 본 발명의 또 다른 특징에 따르면, 가이드선을 결정하는 단계는, 대퇴 영역을 기초로 제1 가이드선을 결정하는 단계를 포함하고, 상기 방법은 가이드선을 결정하는 단계 이후에, 제2 가이드선을 획득하도록, 제1 가이드선을 확장하는 단계를 더 포함할 수 있다. 나아가, 대퇴부 관절구의 관절선을 결정하는 단계는, 제2 가이드선 내에서 확장된 대퇴부 관절구의 관절선을 결정하는 단계를 더 포함하고, 경골의 관절선을 결정하는 단계는, 제2 가이드선 내에서 확장된 경골의 관절선을 결정하는 단계를 더 포함할 수 있다.
- [0028] 본 발명의 또 다른 특징에 따르면, 관절강 측정치를 결정하는 단계는, 확장된 대퇴부 관절구의 관절선 및 확장된 경골의 관절선을 기초로 관절강 측정치를 결정하는 단계를 더 포함할 수 있다.
- [0029] 본 발명의 또 다른 특징에 따르면, 가이드선을 결정하는 단계는, 하지의 내측 (medial) 에 대한 가이드선을 결정하는 단계, 및 하지 외측 (lateral) 에 대한 가이드선을 결정하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0030] 본 발명의 또 다른 특징에 따르면, 대퇴 영역은, 내측 대퇴 (medial femur) 영역 및 외측 대퇴 (lateral femur) 영역을 포함하고, 가이드선을 결정하는 단계는, 내측 대퇴 영역 및 외측 대퇴 영역 각각과 한 점에서 만나는 제1 기준선을 결정하는 단계, 제1 기준선과 수직이되, 내측 대퇴 영역의 상과 (epicondyle) 또는 외측 대퇴 영역의 상과와 접하는 제2 기준선을 결정하는 단계, 및 제1 기준선 및 제2 기준선을 기초로 가이드선을 결정하는 단계를 더 포함할 수 있다.
- [0031] 본 발명의 또 다른 특징에 따르면, 상기 방법은 제1 기준선 및 제2 기준선을 기초로 가이드선을 결정하는 단계 이전에, 제1 기준선 또는 제2 기준선을 입력 받는 단계를 더 포함할 수 있다.
- [0032] 본 발명의 또 다른 특징에 따르면, 관절강 측정치를 결정하는 단계는, 가이드선 내에서 제1 기준선 상의 기준점을 입력받는 단계, 및 기준점 및 제2 기준선을 기초로 관절강 폭 (Joint space width) 을 결정하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0033] 본 발명의 또 다른 특징에 따르면, 각각을 예측하는 단계는, 복수의 모델을 이용하여 하지 의료 영상 내에서 복수의 ROI (region of interest) 각각 결정하는 단계, 및 각각의 ROI 를 기초로 대퇴 영역, 경골 내곽 영역 및 경골 외곽 영역 각각을 예측하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0034] 전술한 바와 같은 과제를 해결하기 위하여 본 발명의 일 실시예에 따른 관절강에 대한 정보 제공용 디바이스가 제공된다.
- [0035] 상기 디바이스는 개체의 하지 의료 영상을 수신하도록 구성된 통신부, 및 통신부와 기능적으로 연결된 프로세서를 포함한다. 이때, 프로세서는, 하지 의료 영상을 입력으로 하여, 대퇴 (Femur) 영역, 경골 내곽 (Tibia inner) 영역 및 경골 외곽 (Tibia outer) 영역 각각을 분할하도록 학습된 복수의 모델을 이용하여, 수신된 하지 의료 영상을 기초로 대퇴 영역, 경골 내곽 영역 및 경골 외곽 영역 각각을 예측하고, 대퇴 영역, 경골 내곽 영역 및 경골 외곽 영역을 기초로 관절강 측정을 위한 가이드선을 결정하되, 가이드선은 경골 내곽 영역 또는 경골 외곽 영역과 대퇴 영역을 지나가는 선인, 가이드선을 결정하고, 가이드선을 기초로 관절강 측정치를 결정하

도록 구성된다.

- [0036] 본 발명의 특징에 따르면, 프로세서는, 가이드선 및 대퇴 영역을 기초로 대퇴부 관절구 (femoral condyle) 의 관절선 (joint line) 을 결정하고, 가이드선, 경골 내곽 영역 및 경골 외곽 영역을 기초로, 경골의 관절선을 결정하고, 대퇴부의 관절구의 관절선 및 경골의 관절선을 기초로 관절강 측정치를 결정하도록 더 구성될 수 있다.
- [0037] 본 발명의 다른 특징에 따르면 프로세서는, 가이드선 내의 대퇴 영역에 대한 픽셀 강도 (intensity) 및 대퇴 영역에 대한 경계선에 기초하여 대퇴부 관절구의 관절선을 결정하고, 가이드선 내의 경골 내곽 영역 또는 경골 외곽 영역에 대한 픽셀 강도 및 경골 내곽 영역 또는 경골 외곽 영역에 대한 경계선에 기초하여 경골 관절선을 결정하도록 더 구성될 수 있다.
- [0038] 본 발명의 또 다른 특징에 따르면, 프로세서는, 경골 외곽 영역에 대한 픽셀 강도에 기초하여 복수의 제1 특징점을 결정하고, 경골 내곽 영역에 대한 경계선을 기초로 복수의 제2 특징점을 결정하고, 제1 특징점 및 제2 특징점에 기초하여 경골 관절선을 결정하도록 더 구성될 수 있다.
- [0039] 본 발명의 또 다른 특징에 따르면, 프로세서는, 대퇴 영역을 기초로 제1 가이드선을 결정하고, 제2 가이드선을 획득하도록, 제1 가이드선을 확장하고, 제2 가이드선 내에서 확장된 대퇴부 관절구의 관절선을 결정하고, 제2 가이드선 내에서 확장된 경골의 관절선을 결정하도록 더 구성될 수 있다.
- [0040] 본 발명의 또 다른 특징에 따르면, 프로세서는, 하지의 내측 (medial) 에 대한 가이드선을 결정하고, 하지 외측 (lateral) 에 대한 가이드선을 결정하도록 더 구성될 수 있다.
- [0041] 본 발명의 또 다른 특징에 따르면, 대퇴 영역은, 내측 대퇴 (medial femur) 영역 및 외측 대퇴 (lateral femur) 영역을 포함하고, 프로세서는, 내측 대퇴 영역 및 외측 대퇴 영역 각각과 한 점에서 만나는 제1 기준선을 결정하고, 제1 기준선과 수직이되, 내측 대퇴 영역의 상과 (epicondyle) 또는 외측 대퇴 영역의 상과와 접하는 제2 기준선을 결정하고, 제1 기준선 및 제2 기준선을 기초로 가이드선을 결정하도록 더 구성될 수 있다.
- [0042] 본 발명의 또 다른 특징에 따르면, 상기 디바이스는 제1 기준선 또는 제2 기준선을 입력 받도록 구성된, 입력부를 더 포함할 수 있다.
- [0043] 본 발명의 또 다른 특징에 따르면, 상기 디바이스는 가이드선 내에서 제1 기준선 상의 기준점을 입력받도록 구성된, 입력부를 더 포함하고, 프로세서는, 입력된 기준점 및 제2 기준선을 기초로 관절강 폭 (Joint space width) 을 결정하도록 더 구성될 수 있다.
- [0044] 기타 실시예의 구체적인 사항들은 상세한 설명 및 도면들에 포함되어 있다.

**발명의 효과**

- [0045] 본 발명은, 예측 모델에 기초하여 의료 영상에 대하여 주요 영역을 결정하고, 이를 기초로 가이드선 및 관절강 측정치를 결정하도록 구성된 정보 제공 방법 및 이를 이용한 디바이스를 제공할 수 있다. 이에, 본 발명은 재현성 높게 관절강의 계측 결과 및 이에 따른 관절강 평가 결과를 제공할 수 있는 효과가 있다.
- [0046] 보다 구체적으로, 본 발명은, 복수의 예측 모델을 이용하여 의료 영상에 대한 대퇴 영역 및 경골 영역 각각을 분할하고, 이를 기초로 가이드선을 결정하고, 관절강 측정의 기준점을 포함하는 대퇴 및 경골의 관절선을 자동으로 결정하여 제공할 수 있다.
- [0047] 이에, 본 발명은, 개체별로 상이한 골격의 해부학적 구조, 및 의료인의 숙련도에 따라 관절강 측정치가 다르게 결정될 수 있는 종래의 의료 영상에 기초한 정보 제공 시스템이 갖는 한계 및 문제점들을 극복할 수 있는 효과가 있다.
- [0048] 특히, 본 발명은 관절강에 대한 측정치 결정에 있어서, 예측 모델의 분할 결과와 함께 영상의 픽셀 강도 기반 핏팅을 수행하여 관절선 (또는, 핏팅선) 을 결정하고, 이로부터 관절강의 측정을 위한 기준점을 결정하여 제공함으로써 의료진의 숙련도에 관계 없이 정확도 높은 관절강 측정치의 결정이 가능할 수 있다.
- [0049] 즉, 본 발명은 실제 의료진이 의료 영상 내에서 밝기를 기준으로 관절선을 결정한다는 점을 고려하여 하여 예측 모델에 의한 분할된 영역의 윤곽선을 보정한 후 최종 관절선을 결정함으로써 보다 신뢰도 높은 관절강에 대한 정보를 제공할 수 있다.
- [0050] 나아가, 본 발명은, 예측 모델의 학습용 의료 영상에 대하여 ROI를 설정하고, 주요 핵심 영역만을 포함하도록

크로핑 (cropping) 하여 예측 모델을 학습시킴으로써 영역 분할의 정확도 향상에 기여할 수 있다.

[0051] 이에, 본 발명은, 예측 모델에 입력된 의료 영상의 퀄리티에 상관 없이 관절강을 높은 정확도로 평가하여 제공할 수 있다.

[0052] 본 발명에 따른 효과는 이상에서 예시된 내용에 의해 제한되지 않으며, 더욱 다양한 효과들이 본 명세서 내에 포함되어 있다.

**도면의 간단한 설명**

[0053] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 관절강에 대한 정보 제공용 디바이스를 이용한 관절강에 대한 정보 제공 시스템을 도시한 것이다.

도 2a는 본 발명의 일 실시예에 따른 의료진 디바이스의 구성을 나타낸 블록도이다.

도 2b는 본 발명의 일 실시예에 따른 정보 제공용 서버의 구성을 나타낸 블록도이다.

도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 관절강에 대한 정보 제공 방법의 절차를 도시한 것이다.

도 4a 및 4b, 도 5a 및 5b는 본 발명의 다양한 실시예에 따른 관절강에 대한 정보 제공 방법의 절차를 예시적으로 도시한 것이다.

도 6은 본 발명의 다양한 실시예에 따른 관절강에 대한 정보 제공 방법에서, 반자동 시스템의 사용자 인터페이스를 예시적으로 도시한 것이다.

도 7은 본 발명의 다양한 실시예에 따른 관절강에 대한 정보 제공 방법에서, 예측 모델의 학습 절차를 예시적으로 도시한 것이다

도 8a 내지 8c는 본 발명의 다양한 실시예에 따른 관절강에 대한 정보 제공 방법에서, 자동 시스템 기반의 측정치와 수동 시스템 기반의 측정치를 비교하여 도시한 결과이다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

[0054] 발명의 이점, 그리고 그것들을 달성하는 방법은 첨부되는 도면과 함께 상세하게 후술되어 있는 실시예들을 참조하면 명확해질 것이다. 그러나 본 발명은 이하에서 개시되는 실시예들에 한정되는 것이 아니라 서로 다른 다양한 형태로 구현될 것이며, 단지 본 실시예들은 본 발명의 개시가 완전하도록 하며, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 발명의 범주를 완전하게 알려주기 위해 제공되는 것이며, 본 발명은 청구항의 범주에 의해 정의될 뿐이다.

[0055] 본 발명의 실시예를 설명하기 위한 도면에 개시된 형상, 크기, 비율, 각도, 개수 등은 예시적인 것이므로 본 발명이 도시된 사항에 한정되는 것은 아니다. 또한, 본 발명을 설명함에 있어서, 관련된 공지 기술에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우 그 상세한 설명은 생략한다. 본 명세서 상에서 언급된 '포함한다', '갖는다', '이루어진다' 등이 사용되는 경우, '~만'이 사용되지 않는 이상 다른 부분이 추가될 수 있다. 구성요소를 단수로 표현한 경우에 특별히 명시적인 기재 사항이 없는 한 복수를 포함하는 경우를 포함한다.

[0056] 구성요소를 해석함에 있어서, 별도의 명시적 기재가 없더라도 오차 범위를 포함하는 것으로 해석한다.

[0057] 본 발명의 여러 실시예들의 각각 특징들이 부분적으로 또는 전체적으로 서로 결합 또는 조합 가능하며, 당업자가 충분히 이해할 수 있듯이 기술적으로 다양한 연동 및 구동이 가능하며, 각 실시예들이 서로에 대하여 독립적으로 실시 가능할 수도 있고 연관 관계로 함께 실시 가능할 수도 있다.

[0058] 본 명세서의 해석의 명확함을 위해, 이하에서는 본 명세서에서 사용되는 용어들을 정의하기로 한다.

[0059] 본 명세서에서 사용되는 용어, "개체"는 관절강 측정치를 평가하고자 하는 모든 대상을 의미할 수 있다. 이때, 본 명세서 내에 개시된 개체는, 인간을 제외한 모든 포유 동물일 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.

[0060] 본 명세서에서 사용되는 용어, "관절강 (Joint space)"은 관절 사이의 공간 또는 관절 간격을 의미할 수 있다. 나아가, "관절강 측정치"는 무릎 관절강의 너비, 즉 대퇴 관절구 (femoral condyle) 로부터 경골까지의 직선 거리를 포함할 수 있다. 그러나, 관절강 측정치는 전술한 것에 제한되는 것은 아니다.

[0061] 본 명세서에서 사용되는 용어, "하지 의료 영상"은, 영상 진단 디바이스로부터 촬영된 하지 의료 영상을 의미할

수 있다. 이때, 하지 의료 영상은 대퇴 영역 (특히, 대퇴 관절구), 경골 영역을 포함할 수 있다. 바람직하게, 하지 의료 영상은 무릎을 구부려 찍는 로젠버그 뷰 (Rosenberg view) 영상일 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.

- [0062] 한편, 하지 의료 영상은, 2차원 영상, 3차원 영상, 한 컷의 스틸 영상, 또는 복수개의 컷으로 구성된 동영상일 수 있다. 예를 들어, 하지 의료 영상이 복수개의 컷으로 구성된 동영상일 경우, 본 발명의 일 실시예에 따른 하지 정렬 평가 방법에 따라 복수개의 하지 의료 영상 각각에 대한 대퇴 영역 및 경골 영역이 예측되고, 이로부터 기초하여 관절각 측정치가 결정될 수 있다. 그 결과, 본 발명은 영상 진단 디바이스로부터의 하지 의료 영상의 수신과 동시에 대퇴 영역 및 경골 영역의 예측, 관절각 측정치의 예측을 수행함으로써, 실시간으로 하지 정렬에 대한 진단 정보를 제공할 수도 있다.
- [0063] 본 명세서에서 사용되는 용어, "대퇴 영역"은, 하지 의료 영상 내에서 대퇴가 존재하는 영역을 의미할 수 있다. 바람직하게, 대퇴 영역은 대퇴 관절구의 관절선을 포함할 수 있다. 한편, 대퇴 영역은 우측/좌측 하지의 안쪽에 대응하는 내측 (medial) 대퇴 영역 및 우측/좌측 하지의 바깥쪽에 대응하는 외측 (lateral) 대퇴 영역을 포함할 수 있다.
- [0064] 본 명세서에서 사용되는 용어, "경골 영역"은, 하지 의료 영상 내에서 경골이 존재하는 영역을 의미할 수 있다. 바람직하게 경골 영역은 경골의 상단의 윤곽선을 포함할 수 있다.
- [0065] 한편, 경골 영역의 경우 높이에 따라 복수의 관절선을 가질 수 있다. 보다 구체적으로, 경골 영역은 윤곽의 가장 안 쪽의 경골 내곽 (Tibia inner) 영역 및 윤곽의 가장 바깥쪽의 경골 외곽 (Tibia outer) 영역을 포함할 수 있다. 나아가, 경골 영역은 양 다리의 안쪽에 대응하는 내측 (medial) 경골 영역 및 양 다리의 바깥쪽에 대응하는 외측 (lateral) 경골 영역을 포함할 수 있다.
- [0066] 본 명세서에서 사용되는 용어, "가이드선"은 관절각 측정치의 기준점을 포함하는 관절 내의 영역에 대한 가이드선으로서, 대퇴 영역과 경골 영역을 잇는 선을 의미할 수 있다.
- [0067] 보다 구체적으로, 가이드선은 내측 대퇴부 관절구의 관절선과 내측 경골 관절선을 지나가는 내측 가이드선 및 외측 대퇴부 관절구의 관절선과 외측 경골 윤곽을 지나가는 외측 가이드선을 포함할 수 있다.
- [0068] 즉, 내측 가이드선과 외측 가이드선 사이의 영역에서 관절각 측정의 기준이 되는 기준점이 결정될 수 있다.
- [0069] 이때, 가이드선은 제1 가이드선 및 제1 가이드선보다 영역이 확장된 제2 가이드선을 포함할 수 있다.
- [0070] 이때, 제2 가이드선은 관절 영역에 모양, 크기 및 각도에 기초하여 의료 영상 내에서 최대의 영역을 확보할 수 있는 알고리즘에 기초하여 결정될 수도 있다.
- [0071] 이때, 본 명세서에서 사용되는 용어, "기준선"은, 가이드선을 결정하기 위한 선으로서, 내측 대퇴 영역 및 외측 대퇴 영역 각각과 한 점에서 만나는 제1 기준선 (즉, X 선), 및 제1 기준선과 수직이되 내측 대퇴 영역의 상과 (epicondyle) 또는 상기 외측 대퇴 영역의 상과와 접하는 제2 기준선 (즉, Y 선) 으로 이루어질 수 있다.
- [0072] 여기서, 내측 상과 접선과 X선의 제1 기준선이 만나는 지점이  $X = 0$ , 외측 상과 접선과 X선의 제1 기준선이 만나는 지점이  $X = 100$ 으로 설정될 수 있고, 제1 기준선 상의  $X = 0$  내지  $X = 100$  사이에서 관절각 측정의 기준이 되는 기준점 (예를 들어,  $X = 2.5$ ,  $X = 25$ ,  $X = 87.5$  또는  $X = 75$ ) 이 결정될 수 있다. 즉, 가이드선은 제1 기준선 상의 기준점을 포함하며, 제2 기준선과 평행인 선일 수 있다.
- [0073] 이때, 관절각 측정치는 기준점 (예를 들어,  $X = 2.5$ ,  $X = 25$ ,  $X = 87.5$  또는  $X = 75$ ) 에서의 관절각의 너비, 즉 기준점에서 대퇴부 관절구 윤곽선과 경골 관절선의 직선 거리일 수 있다. 그러나, 관절각 측정치는 전술한 것에 제한되는 것은 아니다.
- [0074] 본 명세서에서 사용되는 용어, "예측 모델"은 하지 의료 영상에 대하여 대퇴 영역, 경골 내곽 영역 및 경골 외곽 영역을 예측하도록 구성된 모델일 수 있다.
- [0075] 보다 구체적으로, 예측 모델은, 하지 의료 영상을 입력으로 하여 대퇴 영역을 출력하도록 구성된 제1 예측 모델, 하지 의료 영상을 입력으로 하여 경골 내곽 영역을 출력하도록 구성된 제2 예측 모델, 하지 의료 영상을 입력으로 하여 경골 외곽 영역을 출력하도록 구성된 제3 모델로 이루어질 수 있다.
- [0076] 본 발명의 다른 특징에 따르면, 3 개의 예측 모델은 좌측 영역 및 우측 영역 각각을 예측하는 독립된 모델로 존재할 수 있다. 이에, 복수의 모델은, 6 개의 모델을 포함할 수 있다.

- [0077] 그러나, 이에 제한되지 않고 예측 모델은 단일의 모델로서, 대퇴 영역, 경골 내곽 영역 및 경골 외곽 영역의 3 영역을 예측 및 분할하도록 학습된 모델일 수도 있다.
- [0078] 예를 들어, 본 발명의 예측 모델은, 입력된 하지 의료 영상에 대하여 대퇴 영역, 경골 내곽 영역 및 경골 외곽 영역을 분할하도록 학습된 모델일 수 있다.
- [0079] 한편, 본 발명의 예측 모델은, 대퇴 영역, 경골 내곽 영역 및 경골 외곽 영역의 예측의 정확도 향상을 위해 2 번의 학습 단계를 통해 학습된 모델일 수 있다.
- [0080] 예를 들어, 본 발명의 예측 모델은, 학습용 하지 의료 영상을 입력으로 하여 대퇴 부위 또는 경골 부위가 존재 하는 ROI (region of interest) 를 결정하도록 1차 학습될 수 있다. 그 다음, 예측 모델은 ROI를 포함하는 ROI 영상을 입력으로 하여, 실제 대퇴 영역 또는 경골 내곽 영역 또는 경골 외곽 영역의 경계를 분할하도록 2차 학습될 수 있다.
- [0081] 이에, 본 발명의 예측 모델은, 실제 대퇴 또는 경골이 존재하는 정답 영역 내에서의 예측이 활성화 되도록 하는, 핵심 영역 중심의 학습이 진행되었음에 따라, 대퇴 영역 및 경골 영역들을 높은 정확도로 분할할 수 있다.
- [0082] 한편, 본 발명의 예측 모델은, SegNet 네트워크에 기초한 모델일 수 있다. 그러나 이에 제한되는 것은 아니다. 예를 들어, 본 발명의 예측 모델은, VGG-16, DCNN (Deep Convolutional Neural Network) 및 ResNet DNN (Deep Neural Network), CNN (Convolutional Neural Network), RNN (Recurrent Neural Network), RBM (Restricted Boltzmann Machine), DBN (Deep Belief Network), SSD (Single Shot Detector) 모델 또는 U-net을 기반으로 하는 예측 모델일 수도 있다.
- [0083] 본 발명의 특징에 따르면, 복수의 예측 모델로부터 분할된 대퇴 영역 경골 내곽 영역 및 경골 외곽 영역에 기초 하여, 확장된 제2 가이드선 내에서 확장된 관절구의 관절선 및 확장된 경골 관절선이 결정될 수 있다.
- [0084] 보다 구체적으로, 경골 외곽 영역의 픽셀에 대한 강도 (intensity) 에 기초하여 경골 외곽 영역 내에서 복수의 제1 특징점이 결정되고, 경골 내곽 영역에 대한 경계선 (즉, 관절선) 에 기초하여 복수의 제2 특징점이 결정된 후, 확장된 영역에서 제1 특징점과 제2 특징점을 기초로 제3 특징점이 결정될 수 있다. 그 다음, 제3 특징점에 기초하여 확장된 관절선에 대응하는 핏팅 (fitting) 선이 결정될 수 있다.
- [0085] 이때, "복수의 제1 특징점"은 영역 내에서 픽셀 강도가 미리 결정된 수준 이상인 엣지 (edge) 로 정의될 수 있다. 즉, 복수의 제1 특징점은 실제 의료진이 의료 영상 내에서 밝기를 기준으로 관절선을 결정하는 특징을 반영할 수 있다.
- [0086] 여기서 제1 특징점은 픽셀의 거리값과 기울기에 기초하여 결정될 수 있어, 골 영역 내에서 벗어나는 엣지들은 제외될 수 있다.
- [0087] 한편, "복수의 제2 특징점"은, 골 영역을 이루는 경계선에 대한 엣지로 정의될 수 있다.
- [0088] 한편, "복수의 제3 특징점"은, 확장된 제2 가이드선에서 제1 특징점 및 제2 특징점에 기초하여 결정된 엣지로 정의될 수 있다.
- [0089] 이러한, 제3 특징점에 기초하여 확장된 관절선에 대응하는 핏팅선이 결정되어, 보다 신뢰도 높은 관절강 측정치의 결정이 가능할 수 있다.
- [0091] 이하에서는 도 1 및 2a 및 2b를 참조하여, 본 발명의 일 실시예에 따른 관절강에 대한 정보 제공용 디바이스를 이용한 관절강에 대한 정보 제공 시스템 및 관절강에 대한 정보 제공용 디바이스를 설명한다.
- [0092] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 관절강에 대한 정보 제공용 디바이스를 이용한 관절강에 대한 정보 제공 시스템을 도시한 것이다. 도 2a는 본 발명의 일 실시예에 따른 관절강에 대한 정보를 제공받는 의료진 디바이스의 구성을 예시적으로 도시한 것이다. 도 2b는 본 발명의 일 실시예에 따른 관절강에 대한 정보 제공용 디바이스의 구성을 예시적으로 도시한 것이다.
- [0093] 먼저, 도 1을 참조하면, 정보 제공 시스템 (1000) 은, 개체에 대한 하지 의료 영상을 기초로 관절강과 연관된 정보를 제공하도록 구성된 시스템일 수 있다. 이때, 정보 제공 시스템 (1000) 은, 관절강과 연관된 정보를 수신하는 의료진 디바이스 (100), 하지 의료 영상을 제공하는, 의료 영상 제공용 디바이스 (200), 및 관절강과 연

관된 정보를 생성하고 제공하는 정보 제공용 서버 (300) 로 구성될 수 있다.

- [0094] 먼저, 의료진 디바이스 (100) 는 관절강과 연관된 정보를 나타내기 위한 사용자 인터페이스를 제공하는 전자 디바이스로서, 스마트폰, 태블릿 PC (Personal Computer), 노트북 및/또는 PC 등 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.
- [0095] 이때, 의료진 디바이스 (100) 는 정보 제공용 서버 (300) 로부터 개체에 대한 관절강과 연관된 예측 결과를 수신하고, 수신된 결과를 표시부를 통해 표시할 수 있다.
- [0096] 다음으로, 정보 제공용 서버 (300) 는 후술할 의료 영상 제공용 디바이스 (200) 로부터 제공된 하지 의료 영상을 기초로 관절강과 연관된 정보를 결정하기 위한 다양한 연산을 수행하는 범용 컴퓨터, 랩탑일 수도 있다. 이때, 정보 제공용 서버 (300) 는 웹 페이지를 제공하는 웹 서버 (web server) 또는 모바일 웹 사이트를 제공하는 모바일 웹 서버 (mobile web server) 를 포함할 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.
- [0097] 보다 구체적으로, 정보 제공용 서버 (300) 는 의료 영상 제공용 디바이스 (200) 로부터 하지 의료 영상을 수신하고, 수신된 하지 의료 영상을 기초로 특정 영역을 결정한 후 관절강과 연관된 정보를 제공할 수 있다. 이때, 정보 제공용 서버 (300) 예측 모델을 이용하여 하지 의료 영상으로부터 관절강과 연관된 정보를 예측할 수 있다.
- [0098] 정보 제공용 서버 (300) 는 관절강과 연관된 예측 결과를 의료진 디바이스 (100) 로 제공할 수 있다.
- [0099] 이와 같이 정보 제공용 서버 (300) 로부터 제공되는 정보는 의료진 디바이스 (100) 에 설치된 웹 브라우저를 통해 웹 페이지로 제공되거나, 어플리케이션, 또는 프로그램 형태로 제공될 수 있다. 다양한 실시예에서 이러한 데이터는 클라이언트-서버 환경에서 플랫폼에 포함되는 형태로 제공될 수 있다.
- [0101] 다음으로, 도 2a 및 2b를 참조하여, 본 발명의 정보 제공용 서버 (300) 의 구성 요소에 대하여 구체적으로 설명한다.
- [0102] 먼저, 도 2a를 참조하면, 의료진 디바이스 (100) 는 메모리 인터페이스 (110), 하나 이상의 프로세서 (120) 및 주변 인터페이스 (130) 를 포함할 수 있다. 의료진 디바이스 (100) 내의 다양한 컴포넌트들은 하나 이상의 통신 버스 또는 신호 선에 의해 연결될 수 있다.
- [0103] 메모리 인터페이스 (110) 는 메모리 (150) 에 연결되어 프로세서 (120) 로 다양한 데이터를 전할 수 있다. 여기서, 메모리 (150) 는 플래시 메모리 타입, 하드디스크 타입, 멀티미디어 카드 마이크로 타입, 카드 타입의 메모리 (예를 들어 SD 또는 XD 메모리 등), 램, SRAM, 롬, EEPROM, PROM, 네트워크 저장 스토리지, 클라우드, 블록체인 데이터베이스 중 적어도 하나의 타입의 저장매체를 포함할 수 있다.
- [0104] 다양한 실시예에서, 메모리 (150) 는 운영 체제 (151), 통신 모듈 (152), 그래픽 사용자 인터페이스 모듈 (GUI) (153), 센서 처리 모듈 (154), 전화 모듈 (155) 및 어플리케이션 모듈 (156) 중 적어도 하나 이상을 저장할 수 있다. 구체적으로, 운영 체제 (151) 는 기본 시스템 서비스를 처리하기 위한 명령어 및 하드웨어 작업들을 수행하기 위한 명령어를 포함할 수 있다. 통신 모듈 (152) 은 다른 하나 이상의 디바이스, 컴퓨터 및 서버 중 적어도 하나와 통신할 수 있다. 그래픽 사용자 인터페이스 모듈 (GUI) (153) 은 그래픽 사용자 인터페이스를 처리할 수 있다. 센서 처리 모듈 (154) 은 센서 관련 기능 (예를 들어, 하나 이상의 마이크 (192) 를 이용하여 수신된 음성 입력을 처리함) 을 처리할 수 있다. 전화 모듈 (155) 은 전화 관련 기능을 처리할 수 있다. 어플리케이션 모듈 (156) 은 사용자 어플리케이션의 다양한 기능들, 예컨대 전자 메시징, 웹 브라우징, 미디어 처리, 탐색, 이미징, 기타 프로세스 기능을 수행할 수 있다. 아울러, 의료진 디바이스 (100) 는 메모리 (150) 에 어느 한 종류의 서비스와 연관된 하나 이상의 소프트웨어 어플리케이션 (156-1, 156-2) (예를 들어, 정보 제공 어플리케이션) 을 저장할 수 있다.
- [0105] 다양한 실시예에서, 메모리 (150) 는 디지털 어시스턴트 클라이언트 모듈 (157) (이하, DA 클라이언트 모듈) 을 저장할 수 있으며, 그에 따라 디지털 어시스턴트의 클라이언트 측의 기능을 수행하기 위한 명령어 및 다양한 사용자 데이터 (158) (예를 들어, 사용자 맞춤형 어휘 데이터, 선호도 데이터, 사용자의 전자 주소록, 할 일 목록, 쇼핑 리스트 등과 같은 기타 데이터) 를 저장할 수 있다.
- [0106] 한편, DA 클라이언트 모듈 (157) 은 의료진 디바이스 (100) 에 구비된 다양한 사용자 인터페이스 (예를 들어, I/O 서브시스템 (140)) 를 통해 사용자의 음성 입력, 텍스트 입력, 터치 입력 및/또는 제스처 입력을 획득할 수

있다.

- [0107] 또한, DA 클라이언트 모듈 (157) 은 시청각적, 촉각적 형태의 데이터를 출력할 수 있다. 예를 들어, DA 클라이언트 모듈 (157) 은 음성, 소리, 알람, 텍스트 메시지, 메뉴, 그래픽, 비디오, 애니메이션 및 진동 중 적어도 둘 하나 이상의 조합으로 이루어진 데이터를 출력할 수 있다. 아울러, DA 클라이언트 모듈 (157) 은 통신 서버 시스템 (180) 을 이용하여 디지털 어시스턴트 서버 (미도시) 와 통신할 수 있다.
- [0108] 다양한 실시예에서, DA 클라이언트 모듈 (157) 은 사용자 입력과 연관된 상황 (context) 을 구성하기 위하여 다양한 센서, 서버시스템 및 주변 디바이스로부터 의료진 디바이스 (100) 의 주변 환경에 대한 추가 정보를 수집할 수 있다. 예를 들어, DA 클라이언트 모듈 (157) 은 사용자 입력과 함께 상황 정보를 디지털 어시스턴트 서버에 제공하여 사용자의 의도를 추론할 수 있다. 여기서, 사용자 입력에 동반될 수 있는 상황 정보는 센서 정보, 예를 들어, 광 (lighting), 주변 소음, 주변 온도, 주변 환경의 이미지, 비디오 등을 포함할 수 있다. 다른 예를 들어, 상황 정보는 의료진 디바이스 (100) 의 물리적 상태 (예를 들어, 디바이스 배향, 디바이스 위치, 디바이스 온도, 전력 레벨, 속도, 가속도, 모션 패턴, 셀룰러 신호 강도 등) 을 포함할 수 있다. 또 다른 예를 들어, 상황 정보는 의료진 디바이스 (100) 의 소프트웨어 상태에 관련된 정보 (예를 들어, 의료진 디바이스 (100) 에서 실행 중인 프로세스, 설치된 프로그램, 과거 및 현재 네트워크 활동성, 백그라운드 서비스, 오류 로그, 리소스 사용 등) 를 포함할 수 있다.
- [0109] 다양한 실시예에서, 메모리 (150) 는 추가 또는 삭제된 명령어를 포함할 수 있으며, 나아가 의료진 디바이스 (100) 도 도 2a에 도시된 구성 외에 추가 구성을 포함하거나, 일부 구성을 제외할 수도 있다.
- [0110] 프로세서 (120) 는 의료진 디바이스 (100) 의 전반적인 동작을 제어할 수 있으며, 메모리 (150) 에 저장된 어플리케이션 또는 프로그램을 구동하여 관찰강과 연관된 정보를 제공하는 인터페이스를 구현하기 위한 다양한 명령들을 수행할 수 있다.
- [0111] 프로세서 (120) 는 CPU (Central Processing Unit) 나 AP (Application Processor) 와 같은 연산 장치에 해당할 수 있다. 또한, 프로세서 (120) 는 NPU (Neural Processing Unit) 과 같은 다양한 연산 장치가 통합된 SoC (System on Chip) 와 같은 통합 칩 (Integrated Chip (IC)) 의 형태로 구현될 수 있다.
- [0112] 주변 인터페이스 (130) 는 다양한 센서, 서버 시스템 및 주변 디바이스와 연결되어, 의료진 디바이스 (100) 가 다양한 기능을 수행할 수 있도록 데이터를 제공해 줄 수 있다. 여기서, 의료진 디바이스 (100) 가 어떠한 기능을 수행한다는 것은 프로세서 (120) 에 의해 수행되는 것으로 이해될 수 있다.
- [0113] 주변 인터페이스 (130) 는 모션 센서 (160), 조명 센서 (광 센서) (161) 및 근접 센서 (162) 로부터 데이터를 제공받을 수 있으며, 이를 통해, 의료진 디바이스 (100) 는 배향, 광, 및 근접 감지 기능 등을 수행할 수 있다. 다른 예를 들어, 주변 인터페이스 (130) 는 기타 센서들 (163) (포지셔닝 시스템-GPS 수신기, 온도 센서, 생체 인식 센서) 로부터 데이터를 제공받을 수 있으며, 이를 통해 의료진 디바이스 (100) 가 기타 센서들 (163) 과 관련된 기능들을 수행할 수 있다.
- [0114] 다양한 실시예에서, 의료진 디바이스 (100) 는 주변 인터페이스 (130) 와 연결된 카메라 서버시스템 (170) 및 이와 연결된 광학 센서 (171) 를 포함할 수 있으며, 이를 통해 의료진 디바이스 (100) 는 사진 촬영 및 비디오 클립 녹화 등의 다양한 촬영 기능을 수행할 수 있다.
- [0115] 다양한 실시예에서, 의료진 디바이스 (100) 는 주변 인터페이스 (130) 와 연결된 통신 서버 시스템 (180) 을 포함할 수 있다. 통신 서버 시스템 (180) 은 하나 이상의 유/무선 네트워크로 구성되며, 다양한 통신 포트, 무선 주파수 송수신기, 광학 송수신기를 포함할 수 있다.
- [0116] 다양한 실시예에서, 의료진 디바이스 (100) 는 주변 인터페이스 (130) 와 연결된 오디오 서버 시스템 (190) 을 포함하며, 이러한 오디오 서버 시스템 (190) 은 하나 이상의 스피커 (191) 및 하나 이상의 마이크 (192) 를 포함함으로써, 의료진 디바이스 (100) 는 음성 작동형 기능, 예컨대 음성 인식, 음성 복제, 디지털 녹음, 및 전화 기능 등을 수행할 수 있다.
- [0117] 다양한 실시예에서, 의료진 디바이스 (100) 는 주변 인터페이스 (130) 와 연결된 I/O 서버시스템 (140) 을 포함할 수 있다. 예를 들어, I/O 서버시스템 (140) 은 터치 스크린 제어기 (141) 를 통해 의료진 디바이스 (100) 에 포함된 터치 스크린 (143) 을 제어할 수 있다. 일 예로서, 터치 스크린 제어기 (141) 는 정전용량형, 저항형, 적외형, 표면 탄성과 기술, 근접 센서 어레이 등과 같은 복수의 터치 감지 기술 중 어느 하나의 기술을 사용하여 사용자의 접촉 및 움직임 또는 접촉 및 움직임의 중단을 검출할 수 있다. 다른 예를 들어, I/O 서브시

시스템 (140) 은 기타 입력 제어기(들) (142) 를 통해 의료진 디바이스 (100) 에 포함된 기타 입력/제어 디바이스 (144) 를 제어할 수 있다. 일 예로서, 기타 입력 제어기(들) (142) 은 하나 이상의 버튼, 로커 스위치 (rocker switches), 썸 휠 (thumb-wheel), 적외선 포트, USB 포트 및 스타일러스 등과 같은 포인터 디바이스를 제어할 수 있다.

- [0119] 다음으로, 도 2b를 참조하면, 정보 제공용 서버 (300) 는 통신 인터페이스 (310), 메모리 (320), I/O 인터페이스 (330) 및 프로세서 (340) 를 포함할 수 있으며, 각 구성은 하나 이상의 통신 버스 또는 신호 선을 통해 서로 통신할 수 있다.
- [0120] 통신 인터페이스 (310) 는 유/무선 통신 네트워크를 통해 의료진 디바이스 (100) 및 의료 영상 제공용 디바이스 (200) 와 연결되어 데이터를 주고받을 수 있다. 예를 들어, 통신 인터페이스 (310) 는 의료 영상 제공용 디바이스 (200) 로부터 하지 의료 영상을 수신할 수 있고, 결정된 관찰장과 연관된 정보를 의료진 디바이스 (100) 에 송신할 수 있다.
- [0121] 한편, 이러한 데이터의 송수신을 가능하게 하는 통신 인터페이스 (310) 는 통신 포트 (311) 및 무선 회로 (312) 를 포함하며, 여기 유선 통신 포트 (311) 는 하나 이상의 유선 인터페이스, 예를 들어, 이더넷, 범용 직렬 버스 (USB), 파이어와이어 등을 포함할 수 있다. 또한, 무선 회로 (312) 는 RF 신호 또는 광학 신호를 통해 외부 디바이스와 데이터를 송수신할 수 있다. 아울러, 무선 통신은 복수의 통신 표준, 프로토콜 및 기술, 예컨대 GSM, EDGE, CDMA, TDMA, 블루투스, Wi-Fi, VoIP, Wi-MAX, 또는 임의의 기타 적합한 통신 프로토콜 중 적어도 하나를 사용할 수 있다.
- [0122] 메모리 (320) 는 정보 제공용 서버 (300) 에서 사용되는 다양한 데이터를 저장할 수 있다. 예를 들어, 메모리 (320) 는 하지 의료 영상을 저장하거나, 하지 의료 영상을 기초로 대퇴 영역, 경골 내곽 영역 및 경골 외곽 영역 각각을 분할하도록 학습된 복수의 예측모델, 관절선을 결정하는 알고리즘 등을 저장할 수 있다.
- [0123] 다양한 실시예에서, 메모리 (320) 는 각종 데이터, 명령 및 정보를 저장할 수 있는 휘발성 또는 비휘발성 기록 매체를 포함할 수 있다. 예를 들어, 메모리 (320) 는 플래시 메모리 타입, 하드디스크 타입, 멀티미디어 카드 마이크로 타입, 카드 타입의 메모리 (예를 들어 SD 또는 XD 메모리 등), 램, SRAM, 롬, EEPROM, PROM, 네트워크 저장 스토리지, 클라우드, 블록체인 데이터베이스 중 적어도 하나의 타입의 저장매체를 포함할 수 있다.
- [0124] 다양한 실시예에서, 메모리 (320) 는 운영 체제 (321), 통신 모듈 (322), 사용자 인터페이스 모듈 (323) 및 하나 이상의 애플리케이션 (324) 중 적어도 하나의 구성을 저장할 수 있다.
- [0125] 운영 체제 (321) (예를 들어, LINUX, UNIX, MAC OS, WINDOWS, VxWorks 등의 내장형 운영 체제) 는 일반적인 시스템 작업 (예를 들어, 메모리 관리, 저장 디바이스 제어, 전력 관리 등) 를 제어하고 관리하기 위한 다양한 소프트웨어 컴포넌트 및 드라이버를 포함할 수 있으며, 다양한 하드웨어, 펌웨어, 및 소프트웨어 컴포넌트 간의 통신을 지원할 수 있다.
- [0126] 통신 모듈 (323) 은 통신 인터페이스 (310) 를 통해 다른 디바이스와 통신을 지원할 수 있다. 통신 모듈 (323) 은 통신 인터페이스 (310) 의 유선 통신 포트 (311) 또는 무선 회로 (312) 에 의해 수신되는 데이터를 처리하기 위한 다양한 소프트웨어 구성 요소들을 포함할 수 있다.
- [0127] 사용자 인터페이스 모듈 (323) 은 I/O 인터페이스 (330) 를 통해 키보드, 터치 스크린, 마이크 등으로부터 사용자의 요청 또는 입력을 수신하고, 디스플레이 상에 사용자 인터페이스를 제공할 수 있다. 예를 들어, 사용자 인터페이스 모듈 (323) 은 I/O 인터페이스 (330) 를 통해 반자동 시스템에서 관찰장 측정치 결정을 위한 기준점, 보정된 기준선의 입력을 수신할 수 있다.
- [0128] 애플리케이션 (324) 은 하나 이상의 프로세서 (330) 에 의해 실행되도록 구성되는 프로그램 또는 모듈을 포함할 수 있다. 여기서, 관찰장과 연관된 정보를 제공하기 위한 애플리케이션은 서버 팜 (server farm) 상에서 구현될 수 있다.
- [0129] I/O 인터페이스 (330) 는 정보 제공용 서버 (300) 의 입출력 디바이스 (미도시), 예컨대 디스플레이, 키보드, 터치 스크린 및 마이크 중 적어도 하나를 사용자 인터페이스 모듈 (323) 과 연결할 수 있다. I/O 인터페이스 (330) 는 사용자 인터페이스 모듈 (323) 과 함께 사용자 입력 (예를 들어, 음성 입력, 키보드 입력, 터치 입력 등) 을 수신하고, 수신된 입력에 따른 명령을 처리할 수 있다.

- [0130] 프로세서 (340) 는 통신 인터페이스 (310), 메모리 (320) 및 I/O 인터페이스 (330) 와 연결되어 정보 제공용 서버 (300) 의 전반적인 동작을 제어할 수 있으며, 메모리 (320) 에 저장된 애플리케이션 또는 프로그램을 통해 정보 제공을 위한 다양한 명령들을 수행할 수 있다.
- [0131] 프로세서 (340) 는 CPU (Central Processing Unit) 나 AP (Application Processor) 와 같은 연산 장치에 해당할 수 있다. 또한, 프로세서 (340) 는 다양한 연산 장치가 통합된 SoC (System on Chip) 와 같은 통합 칩 (Integrated Chip (IC)) 의 형태로 구현될 수 있다. 또는 프로세서 (340) 는 NPU (Neural Processing Unit) 과 같이 인공 신경망 모델을 계산하기 위한 모듈을 포함할 수 있다.
- [0133] 이하에서는, 도 3, 도 4a 및 4b, 도 5a 및 5b, 도 6을 참조하여, 본 발명의 일 실시예에 따른 관절강에 대한 정보 제공 방법을 구체적으로 설명한다. 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 관절강에 대한 정보 제공 방법의 절차를 도시한 것이다. 도 4a 및 4b, 도 5a 및 5b는 본 발명의 일 실시예에 따른 관절강에 대한 정보 제공 방법의 절차를 예시적으로 도시한 것이다. 도 6은 본 발명의 다양한 실시예에 따른 관절강에 대한 정보 제공 방법에서, **반자동 시스템의 사용자 인터페이스를 예시적으로 도시한 것이다.**
- [0134] 먼저, 도 3을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 정보 제공 절차는 다음과 같다. 먼저, 개체에 대한 하지 의료 영상이 수신된다 (S310). 그 다음, 하지 의료 영상에 대하여, 대퇴 영역, 경골 내곽 영역 및 경골 외곽 영역을 예측하도록 구성된 복수의 예측 모델에 의해, 대퇴 영역과 경골 영역들 각각이 예측된다 (S320). 다음으로, 대퇴 영역과 경골 영역들 각각에 기초하여 가이드선이 결정되고 (S330), 가이드선에 기초하여 관절강 측정치가 결정되고 (S340) 이 결정된다.
- [0135] 보다 구체적으로, 하지 의료 영상이 수신되는 단계 (3210) 에서 개체에 대한 하지 의료 영상이 수신될 수 있다. 이때, 하지 의료 영상은 대퇴 영역 (특히, 대퇴 관절구), 경골 영역을 포함할 수 있다. 바람직하게, 하지 의료 영상은 무릎을 구부려 찍는 로젠버그 뷰 (Rosenberg view) 영상일 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.
- [0136] 다음으로, 각각의 영역이 예측되는 단계 (S320) 에서, 복수의 예측 모델에 의해 대퇴 영역 및 경골 영역들이 예측될 수 있다.
- [0137] 본 발명의 특징에 따르면, 각각의 영역이 예측되는 단계 (S320) 에서, 대퇴 영역, 경골 내곽 영역 및 경골 외곽 영역 각각이 복수의 모델 각각에 의해 결정될 수 있다.
- [0138] 이때, 복수의 모델은, 하지 의료 영상을 입력으로 하여 대퇴 영역을 출력하도록 구성된 제1 예측 모델, 하지 의료 영상을 입력으로 하여 경골 내곽 영역을 출력하도록 구성된 제2 예측 모델, 및 하지 의료 영상을 입력으로 하여 경골 외곽 영역을 출력하도록 구성된 제3 예측 모델로 이루어질 수 있다.
- [0139] 예를 들어, 도 4a를 함께 참조하면 각각의 영역이 예측되는 단계 (S220) 에서, 하지 의료 영상 (412) 이, 제1 예측 모델 (420a), 제2 예측 모델 (420b) 및 제3 예측 모델 (420c) 로 구성된 복수의 모델 (420) 에 입력된다. 그 결과, 제1 예측 모델 (420a) 에 의해 대퇴 영역 (422a) 이 예측 (분할) 되고, 제2 예측 모델 (420b) 에 의해 경골 내곽 영역 (422b) 이 예측 (분할) 된다. 나아가, 제3 예측 모델 (420c) 에 경골 외곽 영역 (422c) 이 예측 (분할) 된다.
- [0140] 이때, 대퇴 영역 (422a) 은 관절강 측정치 결정의 기준이 되는 대퇴부 관절구 (femoral condyle) 의 관절선 (joint line) 을 포함하고, 경골 내곽 영역 (422b) 및 경골 외곽 영역 (422c) 은 경골 관절선을 포함한다.
- [0141] 한편, 골 영역의 예측은 전술한 것에 제한되는 것은 아니며 단일 모델에 의해 대퇴 영역, 경골 내곽 영역 및 경골 외곽 영역이 결정될 수도 있다. 나아가, 예측 모델은 좌측 다리 및 우측 다리 각각에 대하여 3 개의 골 영역을 분할하도록 구성된 6 개의 모델로 이루어질 수도 있다.
- [0142] 즉, 대퇴 영역 및 경골 영역이 예측되는 단계 (S220) 의 결과로 하지 의료 영상 내에서 3 개의 영역 (또는, 좌측-우측의 6 개 영역) 이 분할 및 출력될 수 있다.
- [0143] 다시 도 3으로 돌아오면, 분할된 골 영역에 기초하여 가이드선이 결정되고 (S330), 이를 기초로 관절강 측정치가 결정된다 (S340).
- [0144] 이때, 가이드선은 경골 내곽 영역 또는 경골 외곽 영역의 적어도 한 점과 대퇴 영역 내의 적어도 한 점을 잇는 선으로서, 관절강 측정치 결정을 위한 골 영역 범위를 제시할 수 있다.

- [0145] 한편, 본 발명의 특징에 따르면 가이드 선이 결정되는 단계에서, 하지의 내측 (medial) 에 대한 가이드선 및 하지 외측 (lateral) 에 대한 가이드선이 결정될 수 있다. 즉, 하지 내측 및 외측 각각의 해부학적 특징에 기초하여 측정치 결정을 위한 가이드선이 결정될 수 있다.
- [0146] 본 발명의 다른 특징에 따르면 가이드선이 결정되는 단계 (S330) 이후에, 가이드선 및 대퇴 영역을 기초로 대퇴부 관절구 (femoral condyle) 의 관절선 (joint line) 이 결정되고, 가이드선, 경골 내곽 영역 및 경골 외곽 영역을 기초로, 경골의 관절선이 결정될 수 있다.
- [0147] 나아가, 관절강 측정치가 결정되는 단계 (S340) 에서, 대퇴부 관절구의 관절선 및 경골의 관절에 기초하여 관절강 측정치가 결정될 수 있다.
- [0148] 예를 들어, 도 4b를 참조하면, 분할된 각각의 골 영역 (422a, 422b 및 422c) 에 기초하여, 관절강 측정치 결정을 위한 영역의 범위를 제시하는 복수의 가이드선 (432a, 432b, 432c 및 432d) 이 결정되고, 외측 (lateral) 및 내측 (medial) 의 경골의 관절선 (434a 및 434c) 과 함께, 외측 및 내측의 대퇴부 관절구의 관절선 (434b 및 434d) 이 결정된다. 그 다음, 이를 기초로 측정치 결정을 위한 기준점 (442) 이 결정된다. 최종적으로, 기준점 (442) 에서, 관절강 너비 (미도시) 가 결정된다.
- [0149] 한편, 관절 선의 결정은, 가이드선 내의 대퇴 영역 또는 경골 영역을 이루는 픽셀의 강도와 함께, 분할된 대퇴 영역 또는 분할된 경골 영역에 대한 경계선에 기초하여 수행될 수 있다.
- [0150] 본 발명의 다른 특징에 따르면, 경골 관절선의 결정은 경골 외곽 영역에 대한 픽셀 강도에 기초하여 복수의 제1 특징점을 결정하고, 경골 내곽 영역에 대한 경계선을 기초로 복수의 제2 특징점을 결정하고, 제1 특징점 및 제2 특징점에 기초하여 수행될 수 있다.
- [0151] 본 발명의 또 다른 특징에 따르면, 관절선의 결정은, 대퇴 영역에 기초하여 제1 가이드선이 결정되고, 제1 가이드선을 확장하여 제2 가이드선이 획득된 후, 제2 가이드선 내에서 확장된 대퇴부 관절구의 관절선 및/또는 확장된 경골의 관절선이 결정됨으로써 수행될 수 있다.
- [0152] 예를 들어, 도 5a를 참조하면 하지 내측에서, 경골 외곽 영역 (422c) 의 픽셀 강도에 기초하여 미리 결정된 수준 이상의 강도를 갖는 엣지에 대응하는 복수의 제1 특징점이 결정되고, 분할된 경골 내곽 영역 (422b) 의 경계의 엣지에 대응하는 복수의 제2 특징점이 결정된다. 이때, 제1 가이드선이 알고리즘에 의해 확장되어 제2 가이드선이 결정되는데, 확장된 제2 가이드선의 영역 내에서 최종 특징점 (또는, 제3 특징점) 이 결정되고, 이를 기초로 단일의 핏팅선인 내측 경골 관절선 (434c) 이 결정된다. 즉, 경계가 불분명하여 예측 모델의 학습을 통한 정확한 관절선 추출이 어려울 수 있는 경골의 내측 (medial) 의 경우 정확도 높은 관절선의 결정이 가능할 수 있다. 한편, 이러한 강도 기반 관절선의 결정은 경골의 내측에 제한되는 것이 아니며, 경골 외측의 경골 관절선, 나아가 대퇴부 관절구의 내측 및 외측의 대퇴부 관절구의 관절선의 결정에 적용될 수 있다. 나아가 관절선의 결정은 전술한 방법에 제한되는 것이 아니다.
- [0153] 다른 예를 들어, 도 5b를 더욱 참조하면, 하지 외측에서 경골 외곽 영역 (422c) 의 경계선에 기초하여 복수의 특징점이 결정되고, 특징점에 기초하여 핏팅선의 외측 경골 관절선 (434a) 이 결정된다. 이때, 특징점은 자연스러운 외측 경골 관절선 (434a) 이 결정되도록, 확장된 제2 가이드선의 영역 내에서 추출될 수 있다. 그 결과, 정확도 높고, 자연스러운 외측 경골 관절선 (434a) 의 획득이 가능할 수 있다.
- [0154] 다시, 도 3으로 돌아오면, 가이드선이 결정되는 단계 (S330) 에서, 복수의 기준선에 기초하여 가이드선이 결정될 수 있다.
- [0155] 보다 구체적으로, 가이드선이 결정되는 단계 (S330) 에서, 내측 대퇴 영역 및 외측 대퇴 영역 각각과 한 점에서 만나는 제1 기준선, 제1 기준선과 수직이되, 내측 대퇴 영역의 상과 (epicondyle) 및 외측 대퇴 영역의 상과와 접하는 제2 기준선이 결정되고, 제1 기준선 및 제2 기준선에 기초하여 가이드선이 결정될 수 있다.
- [0156] 이때, 사용자로부터 생성된 제1 기준선 또는 제2 기준선에 대한 보정된 기준선을 입력받을 수 있다. 그 다음, 보정된 기준선을 기준으로 가이드선이 결정될 수 있다.
- [0157] 본 발명의 특징에 따르면, 관절강 측정치가 결정되는 단계 (S340) 에서, 사용자로부터 가이드선의 영역 내에서 제1 기준선 상의 기준점을 입력받고, 기준점과 제2 기준선을 기초로 관절강 폭 (Joint space width) 이 결정될 수 있다.
- [0158] 즉, 본 발명의 다양한 실시예에 따른 정보 제공 방법은 반자동 시스템으로 제공될 수 있다.

- [0159] 예를 들어, 도 6을 참조하면, 출력부를 통해 제공되는 반자동 시스템의 사용자 인터페이스가 도시된다. 보다 구체적으로 사용자 인터페이스는 하지 의료 영상에 대하여 좌측 또는 우측을 선택하는, 선택 영역 (612) 을 포함한다. 나아가 가이드선 추출을 위한 기준선의 변형 및 설정을 입력받는, 기준선 설정 영역 (613), 가이드선 최종 추출을 위한 가이드선 추출 영역 (614) 이 포함된다. 또한, 가이드선의 영역 내에서 관절강 측정치의 기준점의 설정을 입력받는 기준점 설정 영역 (615) 이 포함된다. 다양한 실시예에서, 관절강 측정치는 기준점 (예를 들어,  $X = 2.5$ ,  $X = 25$ ,  $X = 87.5$  또는  $X = 75$ ) 에서의 관절강의 너비, 즉 기준점에서 대퇴부 관절구 윤곽선과 경골 관절선의 직선 거리일 수 있다. 그러나, 관절강 측정치는 전술한 것에 제한되는 것은 아니다.
- [0160] 또 다른 실시예에 따르면, 사용자 인터페이스는 관절강의 너비의 결정을 위한 가이드선 생성을 입력받는 가이드선 생성 영역 (616), 및 기준점의 설정을 입력받는 기준점 설정 영역 (617) 을 더욱 포함할 수 있다.
- [0161] 이때, 사용자 인터페이스는 사용자로부터 입력이 용이하도록, 제1 기준선 및 제2 기준선과 함께 가이드선을 도시하는 의료 영상 (618) 을 함께 제공할 수도 있다.
- [0162] 이에, 의료진은, 본 발명의 다양한 실시예에 따른 정보 제공 방법에 따라, 개체의 관절강과 연관된 다양한 정보를 제공받을 수 있어, 보다 빠르게 관절 질환에 대한 의사 결정 및 치료 계획을 수립할 수 있다. 나아가, 반자동 시스템에 의해 잘못 제공된 기준선 등에 대한 보정이 가능할 수 있다.
- [0163] 따라서, 의료진의 숙련도에 관계 없이 관절강에 대한 빠른 측정치 결정이 가능하며 이에 대한 신뢰도 높은 정보의 제공이 가능할 수 있다.
- [0165] 이하에서는, 도 7을 참조하여 예측 모델의 골 영역 분할을 위한 학습 단계를 구체적으로 설명한다.
- [0166] 도 7을 참조하면, SegNet 기반의 본 발명의 다양한 실시예에 적용되는 예측 모델은, 학습용 하지 의료 영상 (Raw image) 을 입력으로 하여 대퇴 부위 또는 경골 부위가 존재하는 ROI (region of interest) 를 결정하도록 1차 학습될 수 있다. 이때, SegNet 기반의 예측 모델은 배치 크기 4, 최대 반복 횟수 에코 120, 학습률  $1 \times 10^{-2}$  로 학습될 수 있으며, 학습용 영상의 크기는 [0,1]로 스케일된 강도를 갖는 311 X 932 픽셀로 설정될 수 있다.
- [0167] 그 다음, 예측 모델은 ROI를 포함하는 ROI 영상 (ROI image) 을 입력으로 하여, 실제 대퇴 영역 또는 경골 내곽/외곽 영역의 경계를 분할하도록 2차 학습될 수 있다. 즉, 예측 모델은 영역이 분할된 영상 (segmented image) 을 출력하도록 학습될 수 있다. 이때, SegNet 기반의 예측 모델은 배치 크기 4, 최대 반복 횟수 에코 120, 학습률  $1 \times 10^{-2}$  로 학습될 수 있으며, 학습용 영상은 뼈의 크기에 따라, [0,1]로 스케일된 강도를 갖는 다른 픽셀로 크기가 조정될 수 있다.
- [0168] 즉, 2 단계의 학습 과정에 의해 영역을 분할하도록 학습된 본 발명의 예측 모델은, 입력된 새로운 하지 의료 영상에 대하여 높은 정확도로 영역을 분할할 수 있다.
- [0169] 이에, 본 발명의 예측 모델은, **예측** 과정에 있어서 하지 의료 영상에 대하여 ROI를 설정하고, 핵심 영역만을 포함하도록 크로핑하는 것과 하지 의료 영상의 확대, 변형과 같은 영상의 전처리 과정이 생략될 수 있다. 그럼에도, 본 발명의 예측 모델은, 대퇴 영역, 경골 외곽/내곽 영역과 같은 특정 영역의 예측 능력이 다른 예측 모델들 보다 우수할 수 있다.
- [0170] 한편, 예측 모델은, 각 부위 별 단일 영역을 분할하도록 학습된 복수의 모델로 존재할 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니며 복수의 영역을 분할하도록 학습된 단일 모델일 수도 있다.
- [0171] 나아가, 본 발명의 예측 모델의 구조 및 파라미터, 학습 방법은 이에 제한되는 것이 아니다.
- [0173] **평가: 하지 의료 영상의 중요도 평가**
- [0174] 이하에서는 도 8a 내지 8c를 참조하여 관절강 측정치 평가 결과를 설명한다.
- [0175] 이때, 본 평가를 위해 KL 그레이드 (grade) (0~3) 별 약 12 명 환자 데이터 (총 51 명의 데이터) 가 이용되었고, 3 명의 전문의 (영상의학과 2명, 정형외과 1 명) 가 2 번씩 측정된 결과 각각이 비교예 1, 2 및 3 으로, 본 발명의 다양한 실시예에 따른 정보 제공 방법에 따라 자동 결정된 측정치가 실시예로 설정되었다.
- [0176] 여기서, 왼/오른쪽 하지에 대하여 17%, 20%, 82.5%, 85%의 기준점에서 관절강 너비가 결정되었고, 전체 결과 테

이터에 대한 ICC가 측정되었다.

- [0177] 먼저, 도 8a를 참조하면 수동툴 기반의 비교예에서 평균 측정 시간이 56 초로, 자동화 알고리즘 기반의 실시예에서 평균 측정 시간이 17 초로 나타난다. 이는, 본 발명의 다양한 실시예에 따른 정보 제공 방법에 적용되는 자동화 알고리즘이 측정치 결정 시간을 단축할 수 있음을 의미할 수 있다.
- [0178] 다음으로, 도 8b를 참조하면 수동툴 기반의 비교예들 간 ICC가 도시된다. 이때, ICC는 0.928 내지 0.964로, 이러한 결과는 전문가들 간의 실력이 유사한 것을 의미할 수 있다.
- [0179] 다음으로, 도 8c를 참조하면, 수동툴 기반의 측정치와 본 발명의 다양한 실시예에 따른 정보 제공 방법에 적용되는 자동화 알고리즘의 측정의 결과간 ICC는 0.947 내지 0.977의 높은 값을 갖는 것으로 나타난다. 이러한 결과는, 자동화 알고리즘의 자동 측정 수준이 의료진의 수동툴 기반 측정과 유사한 것을 의미할 수 있고, 나아가 자동화 알고리즘이 신뢰성, 재현성, 시간에 대해 향상된 결과를 제공함을 의미할 수 있다.
- [0180] 이상 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 실시 예들을 더욱 상세하게 설명하였으나, 본 발명은 반드시 이러한 실시 예로 국한되는 것은 아니고, 본 발명의 기술사상을 벗어나지 않는 범위 내에서 다양하게 변형 실시될 수 있다. 따라서, 본 발명에 개시된 실시 예들은 본 발명의 기술 사상을 한정하기 위한 것이 아니라 설명하기 위한 것이고, 이러한 실시 예에 의하여 본 발명의 기술 사상의 범위가 한정되는 것은 아니다. 그러므로, 이상에서 기술한 실시 예들은 모든 면에서 예시적인 것이며 한정적이 아닌 것으로 이해해야만 한다. 본 발명의 보호 범위는 아래의 청구범위에 의하여 해석되어야 하며, 그와 동등한 범위 내에 있는 모든 기술 사상은 본 발명의 권리범위에 포함되는 것으로 해석되어야 할 것이다.

**부호의 설명**

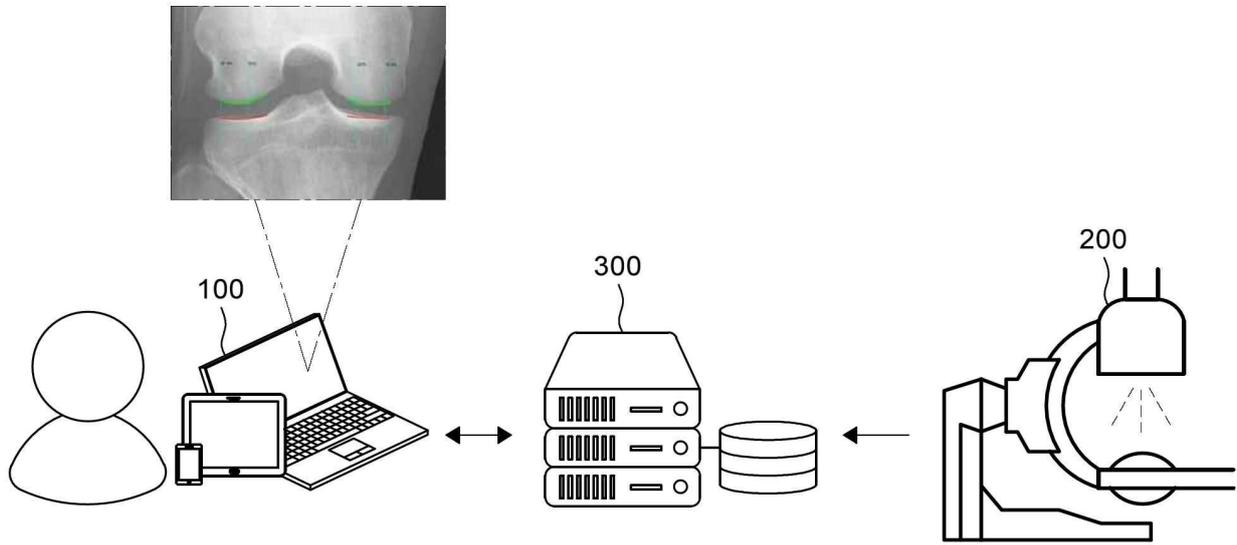
- [0181] 100: 의료진 디바이스
- 110: 메모리 인터페이스    120: 프로세서
- 130: 주변 인터페이스    140: I/O 서브 시스템
- 141: 터치 스크린 제어기    142: 기타 입력 제어기
- 143: 터치 스크린
- 144: 기타 입력 제어 디바이스
- 150: 메모리    151: 운영 체제
- 152: 통신 모듈    153: GUI 모듈
- 154: 센서 처리 모듈    155: 전화 모듈
- 156: 애플리케이션들
- 156-1, 156-2: 애플리케이션
- 157: 디지털 어시스턴트 클라이언트 모듈
- 158: 사용자 데이터
- 160: 모션 센서    161: 조명 센서
- 162: 근접 센서    163: 기타 센서
- 170: 카메라 서브 시스템    171: 광학 센서
- 180: 통신 서브 시스템
- 190: 오디오 서브 시스템
- 191: 스피커    192: 마이크
- 300: 정보 제공용 서버
- 310: 통신 인터페이스

- 311: 유선 통신 포트    312: 무선 회로
- 320: 메모리
- 321: 운영 체제    322: 통신 모듈
- 323: 사용자 인터페이스 모듈    324: 애플리케이션
- 330: I/O 인터페이스    340: 프로세서

**도면**

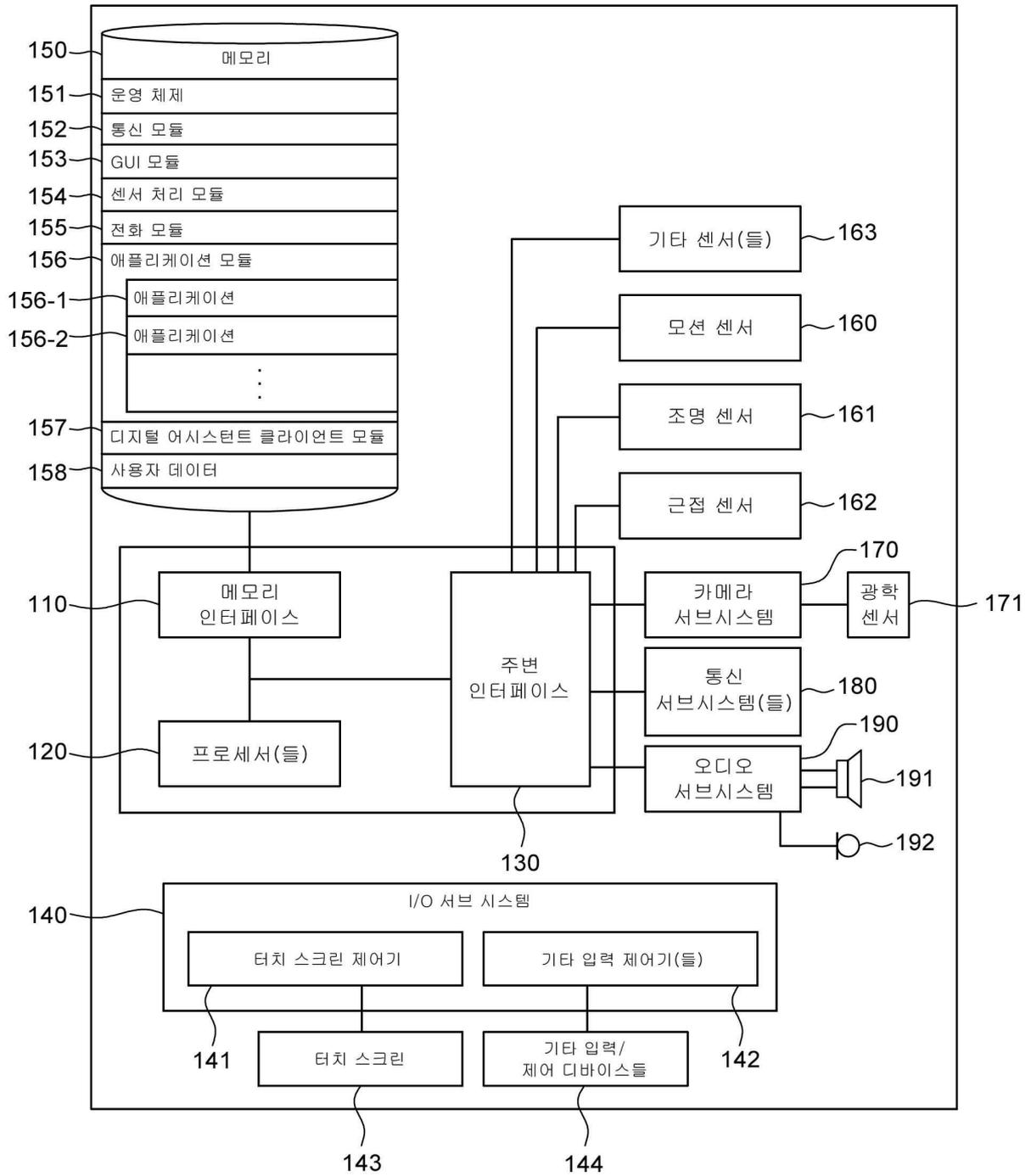
**도면1**

1000

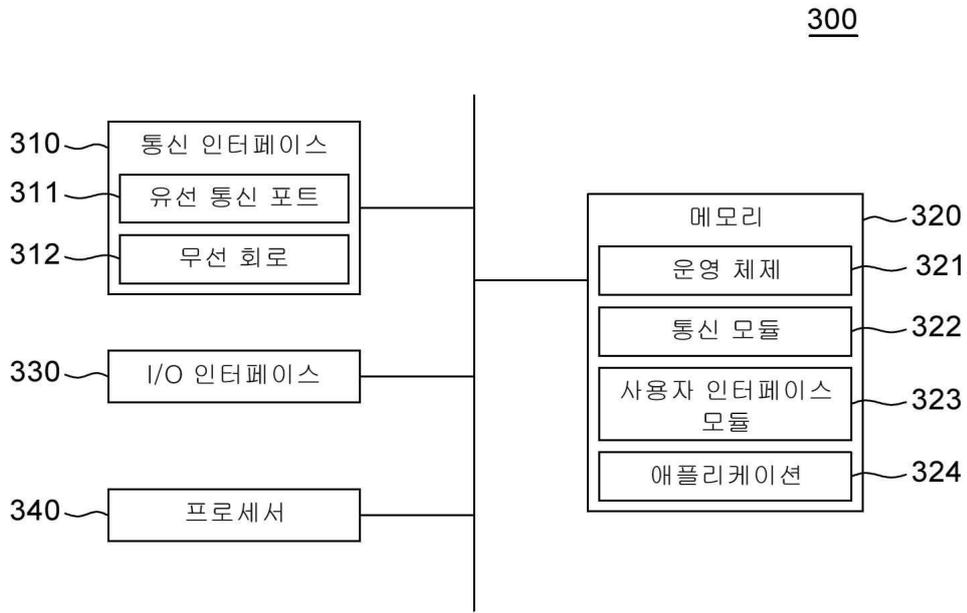


도면2a

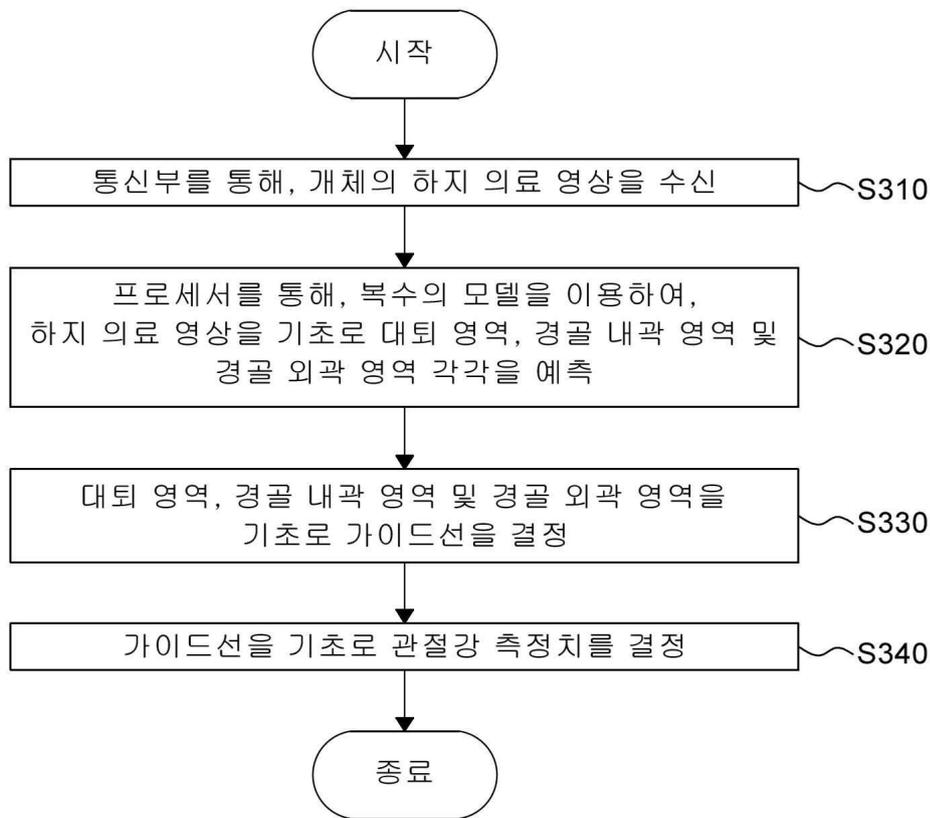
100



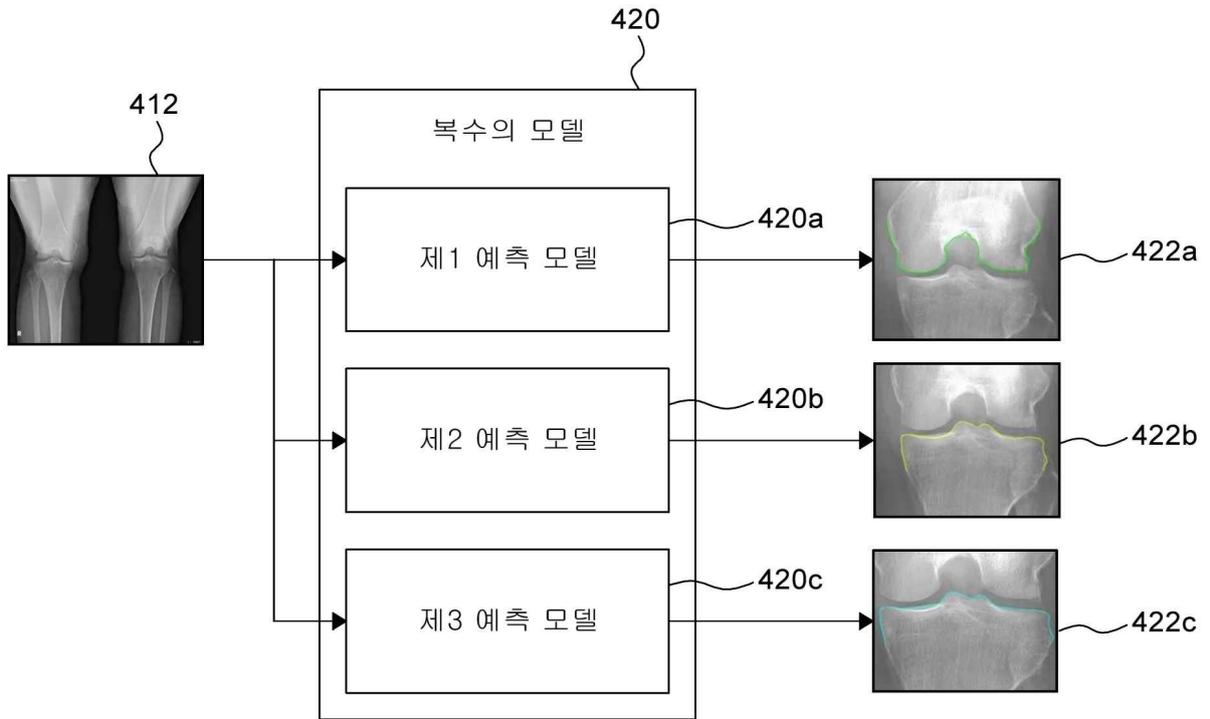
도면2b



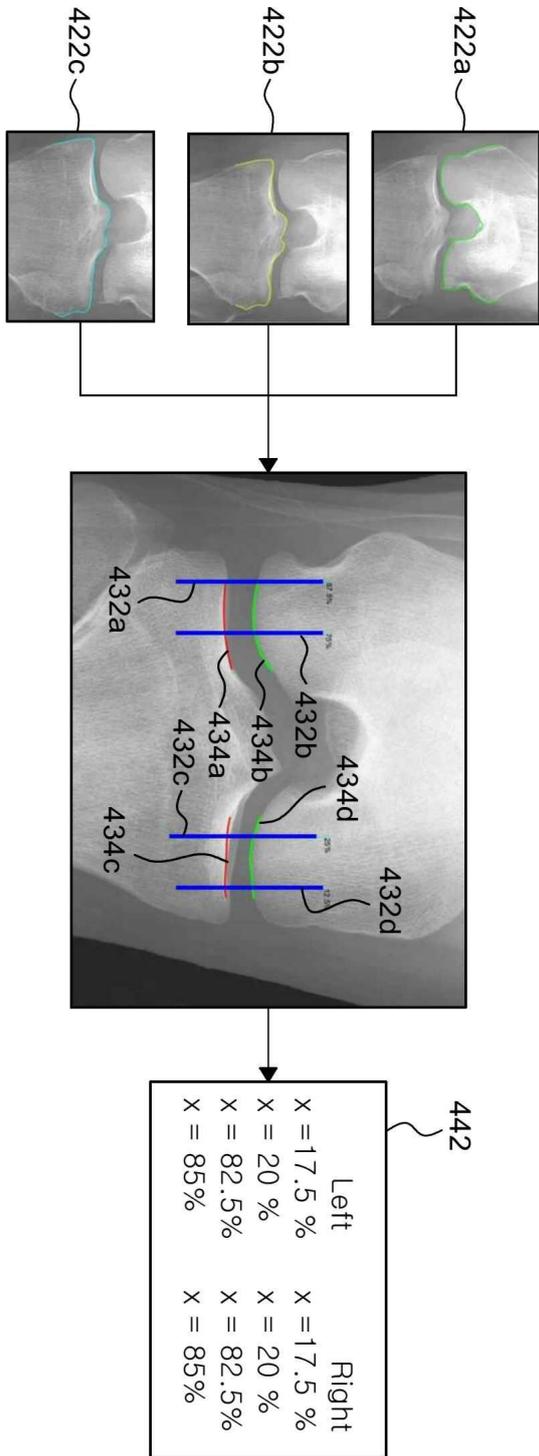
도면3



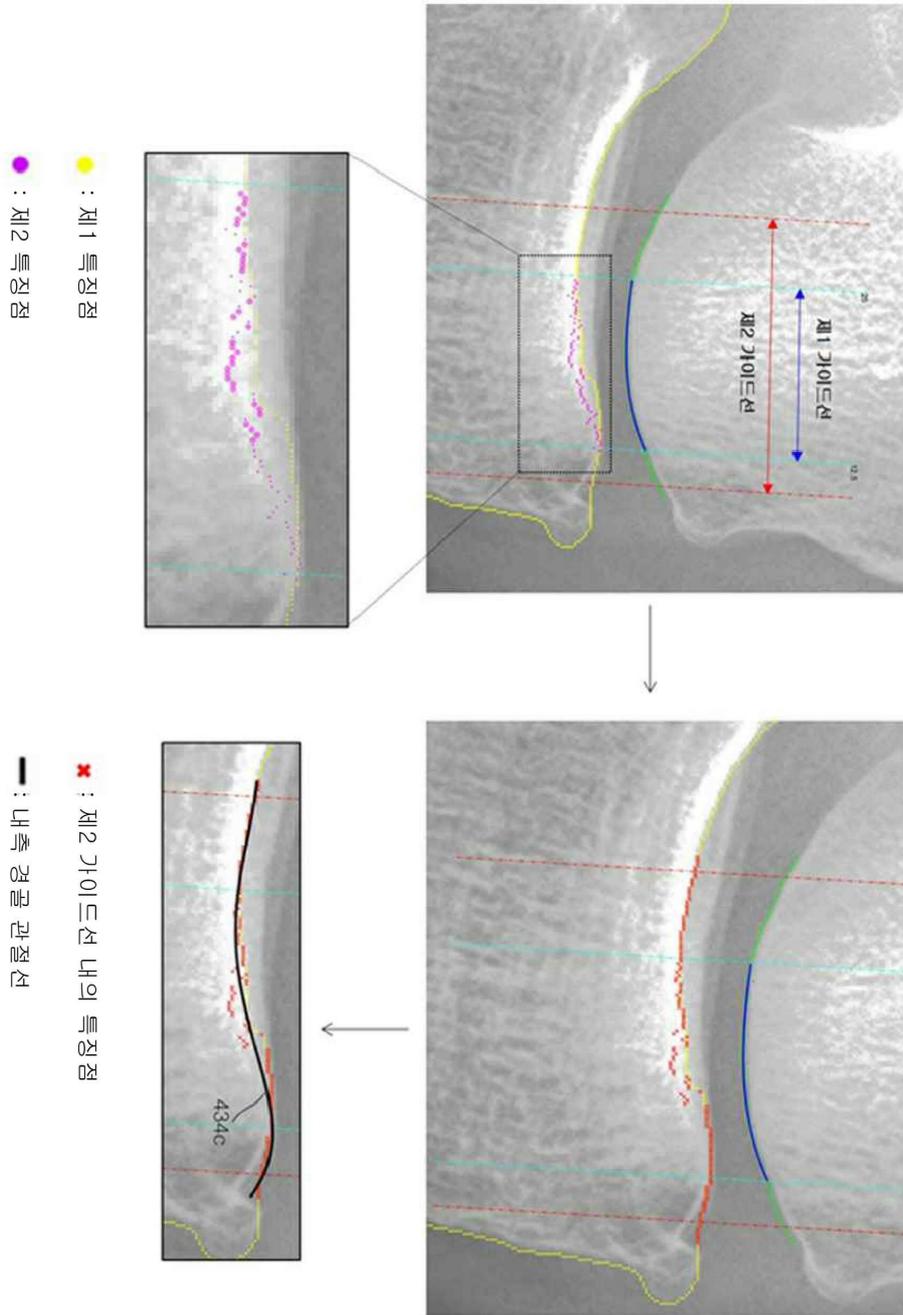
도면4a



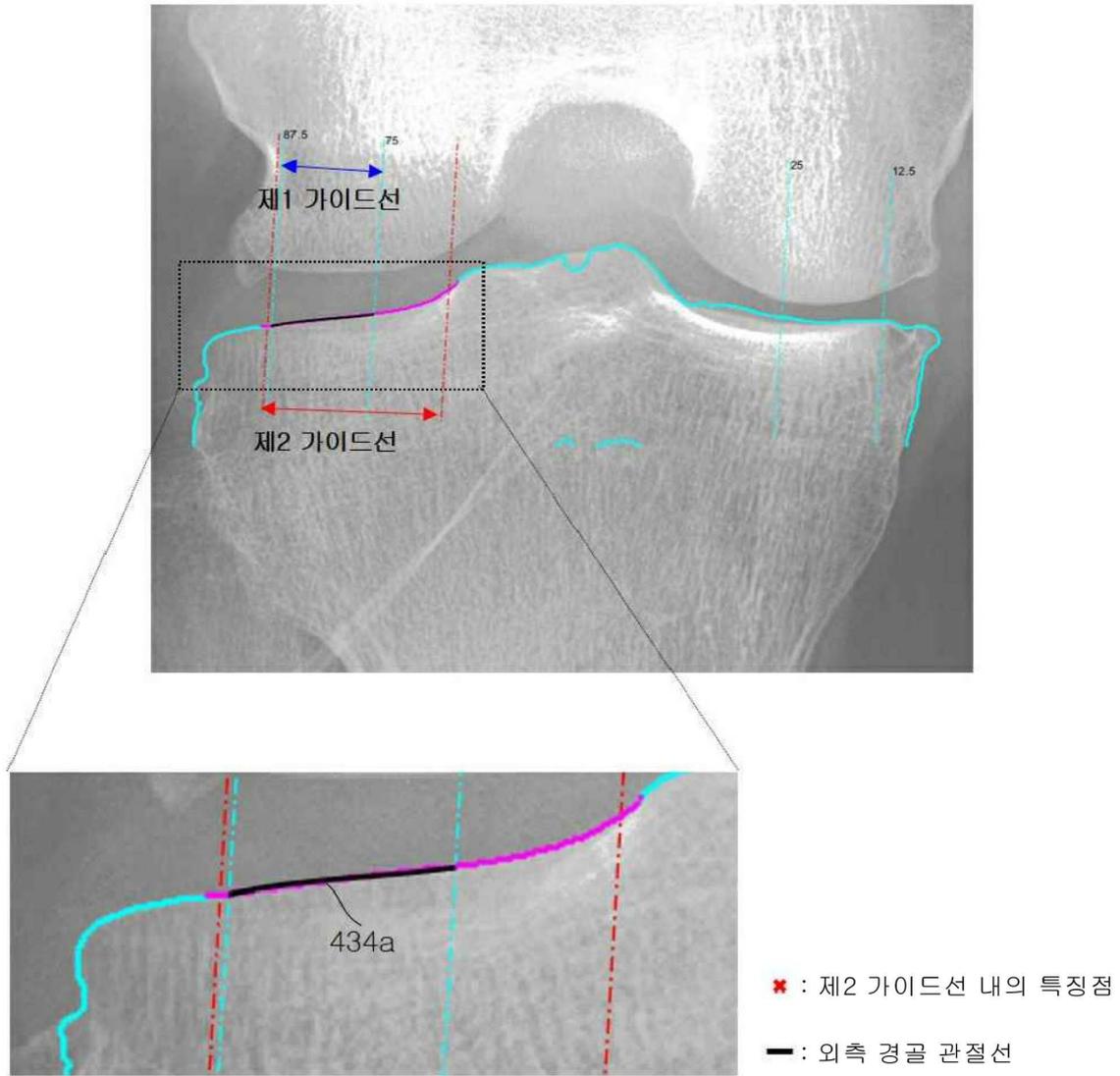
도면4b



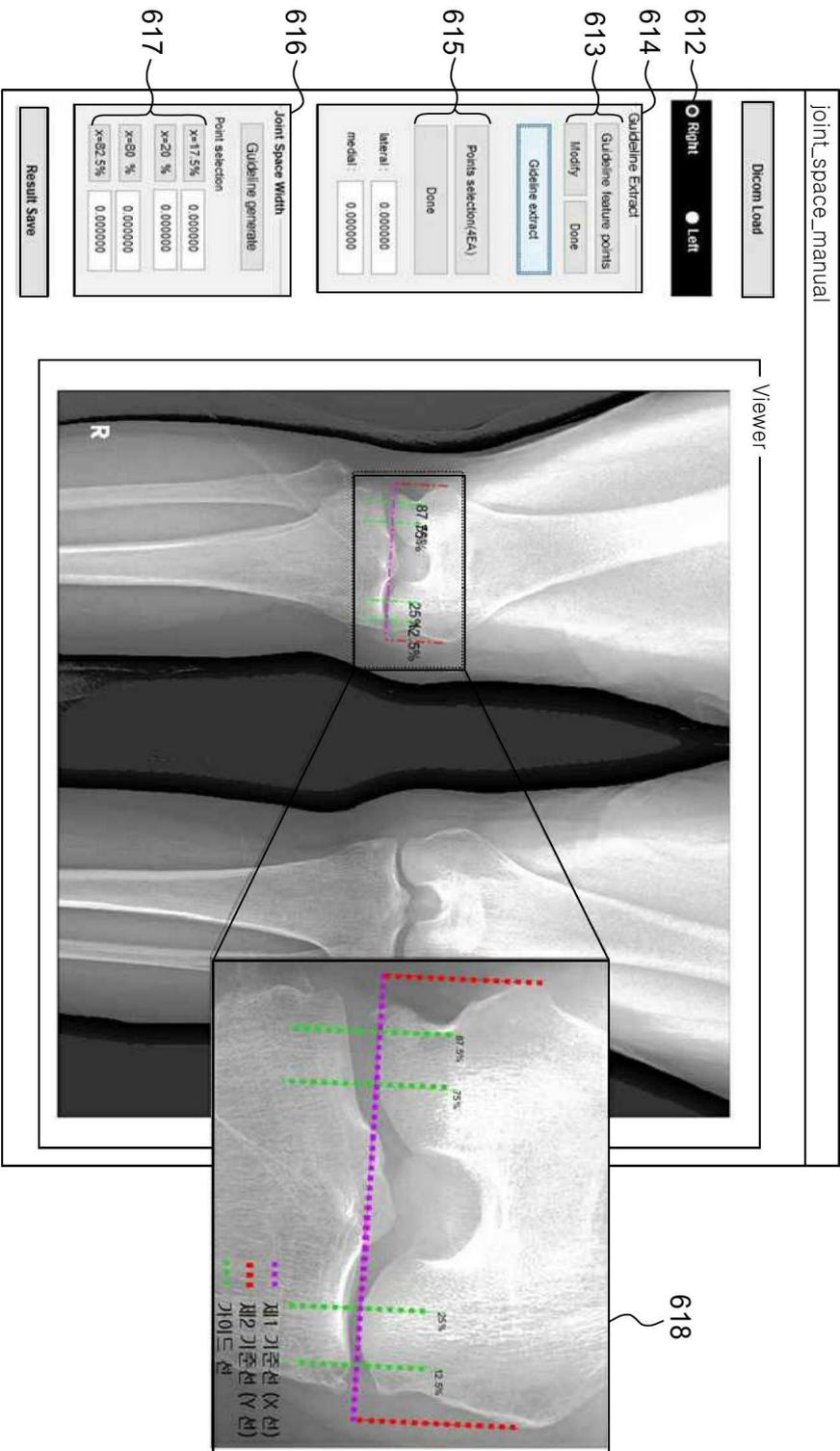
도면5a



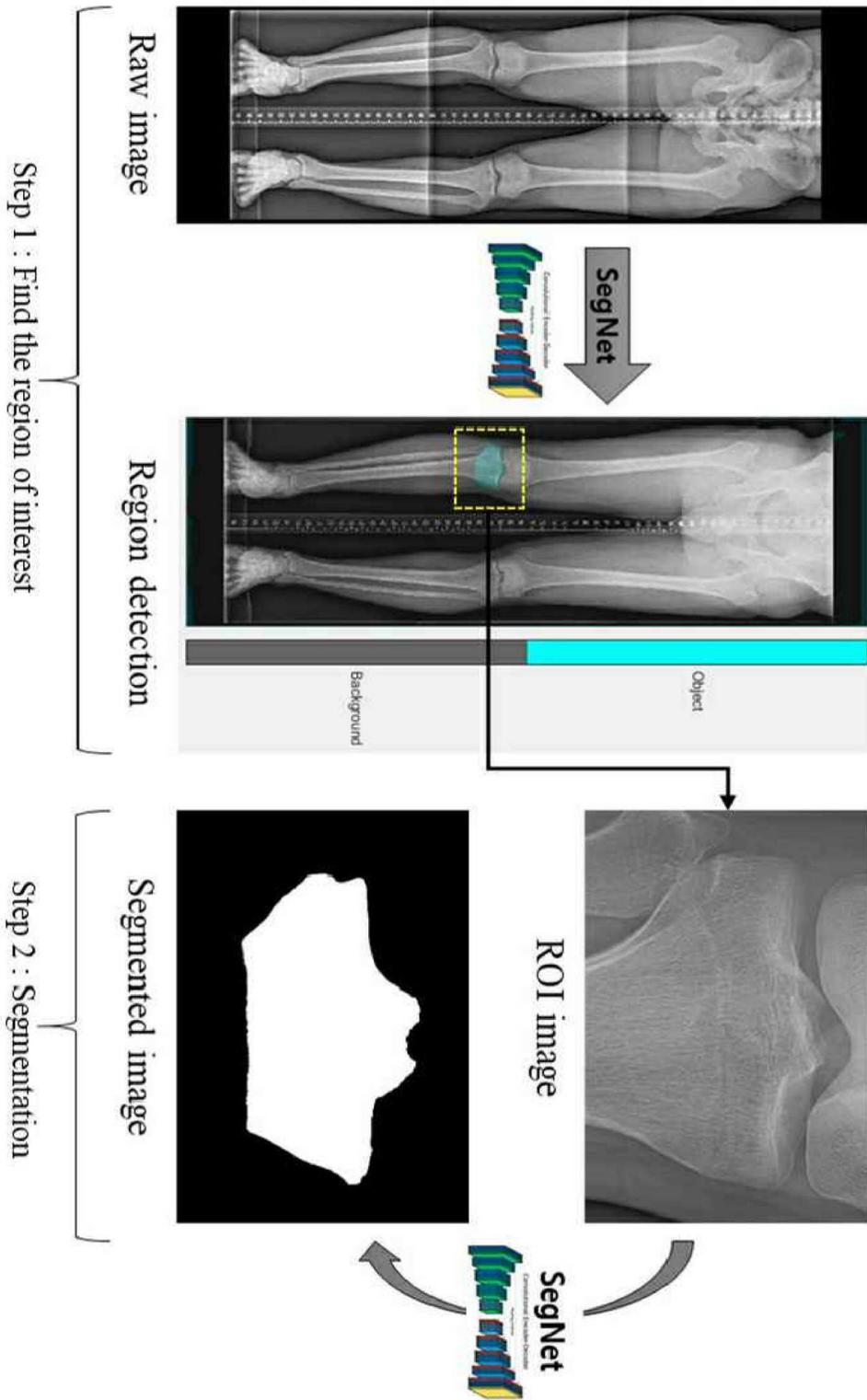
도면5b



도면6



도면7



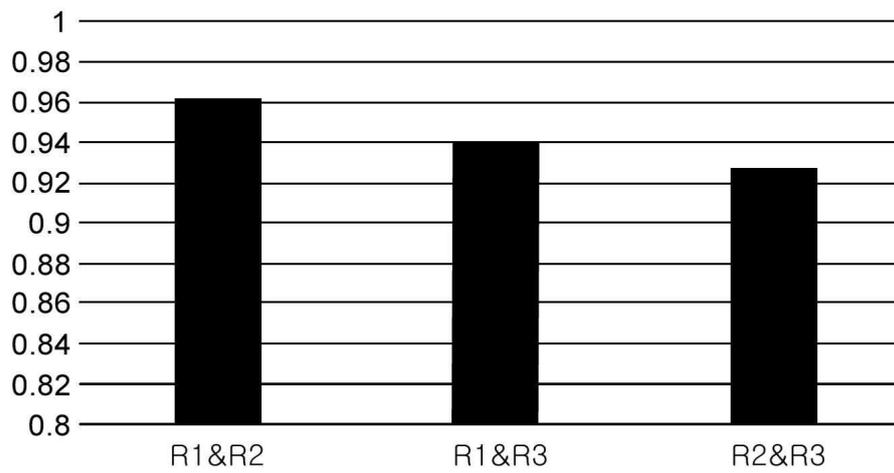
도면8a

	비교예 1	실시예 1
평균 측정 시간	56[sec]	17[sec]

도면8b

비교예 1 & 비교예 2	비교예 1 & 비교예 3	비교예 2 & 비교예 3
0.964	0.939	0.928

Inter



도면8c

비교예 1 & 실시예 1	비교예 2 & 실시예 1	비교예 3 & 실시예 1
0.977	0.968	0.947

Reader & Auto

