

명세서

발명의 명칭: 관절 상태를 정량화하기 위한 의료 영상 분석 방법, 의료 영상 분석 장치, 및 의료 영상 분석 시스템

기술분야

- [1] 본 출원은 의료 영상 분석 방법, 의료 영상 분석 장치, 및 의료 영상 분석 시스템에 관한 것이다. 구체적으로 본 출원은 관절 상태를 정량화한 관절 상태 정보를 연산하는 의료 영상 분석 방법, 의료 영상 분석 장치, 및 의료 영상 분석 시스템에 관한 것이다.

[2]

배경기술

- [3] 이미지 세그멘테이션 기술의 향상으로 인해, 의료 영상을 세그멘테이션하여 각종 질환과 관련된 진단 보조 지표 등을 산출하는 것이 가능해지면서, 최근 의료 영상 분석 분야가 주목받고 있다. 특히, 관절 상태 정보를 제공하기 위하여 의료 영상 분석 기술이 다방면으로 연구되고 있다.
- [4] 관절 상태를 분석하는 데 있어서, 가장 중요한 요소 중 하나는 관절 간격이며, 관절 간격의 감소는 류마티스 관절염, 퇴행성 관절염, 연골의 마모 상태, 신체의 다양한 부위의 관절 상태 등과 중요한 연관관계가 있는 것으로 알려져 있다. 특히, 많은 연구에서 관절 간격 수치는 관절의 통증과도 상당히 연관성이 있음이 증명되고 있다.
- [5] 그러나, 종래에는 관절 간격의 절대적인 수치에 기초하여 관절 상태를 추정하였다. 다만, 관절 간격의 절대적인 수치는 성별, 인종, 체형 등 외부 요인에 따라 유의미하게 달라질 수 있다. 또한 관절 간격의 절대적 수치는 영상을 촬영하는 촬영기기 시스템과 프로그램에 따라 오차가 발생할 수 있다. 이 경우 밀리미터 스케일의 오차가 발생하더라도 수치의 변화가 크기 때문에, 정상 대비 관절 간격의 감소율을 파악하고 다른 환자들과의 비교나 예후를 추적 관찰함에 있어 부정확한 결과를 초래할 수 있다. 다시 말해, 관절 간격의 절대적인 수치에 기초하여 관절 상태를 파악하는 데 한계가 존재하는 실정이다. 이에, 외부 요인에 영향을 최소화하면서 객관적인 관절 상태 정보를 획득할 수 있는 의료 영상 분석 방법, 장치 및 시스템의 개발이 요구된다.

[6]

발명의 상세한 설명

기술적 과제

- [7] 본 발명이 해결하고자 하는 일 과제는, 관절 상태 정보를 연산하는 의료 영상 분석 방법, 의료 영상 분석 장치, 및 의료 영상 분석 시스템을 제공하는 것이다.
- [8] 본 발명이 해결하고자 하는 과제가 상술한 과제로 제한되는 것은 아니며, 언급되지 아니한 과제들은 본 명세서 및 첨부된 도면으로부터 본 발명이 속하는

기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

[9]

과제 해결 수단

[10] 본 출원의 일 실시예에 따른 의료 영상 분석 방법은, 대상 의료 영상을 획득하는 단계; 상기 대상 의료 영상으로부터 대상 관절 간격 영역을 검출하는 단계; 상기 대상 의료 영상으로부터 관절 부위의 폭과 관련된 제1 값을 획득하는 단계; 상기 대상 관절 간격 영역으로부터 관절 간격과 관련된 제2 값을 획득하는 단계; 및 상기 제1 값 및 상기 제2 값에 기초하여, 관절의 상태를 나타내는 대상 관절 상태 지표를 산출하는 단계;를 포함할 수 있다.

[11] 본 출원의 일 실시예에 따른 의료 영상 분석 장치는, 대상 의료 영상을 획득하는 영상 획득부; 및 상기 대상 의료 영상에 기초하여 관절 상태 정보를 제공하는 컨트롤러;를 포함하되, 상기 컨트롤러는, 대상 의료 영상을 획득하고, 상기 대상 의료 영상으로부터 대상 관절 간격 영역을 검출하고, 상기 대상 의료 영상으로부터 관절 부위의 폭과 관련된 제1 값을 획득하고, 상기 대상 관절 간격 영역으로부터 관절 간격과 관련된 제2 값을 획득하고, 상기 제1 값 및 상기 제2 값에 기초하여, 관절의 상태를 나타내는 대상 관절 상태 지표를 산출하도록 구성될 수 있다.

[12] 본 발명의 과제의 해결 수단이 상술한 해결 수단들로 제한되는 것은 아니며, 언급되지 아니한 해결 수단들은 본 명세서 및 첨부된 도면으로부터 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

[13]

발명의 효과

[14] 본 출원의 실시예에 따른 의료 영상 분석 방법, 장치 및 시스템에 의하면, 체형, 인종, 성별 등의 외부 요인의 영향을 최소화하여 객관적인 관절 상태 정보가 획득될 수 있다.

[15] 본 발명의 효과가 상술한 효과들로 제한되는 것은 아니며, 언급되지 아니한 효과들은 본 명세서 및 첨부된 도면으로부터 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명확히 이해될 수 있을 것이다.

[16]

도면의 간단한 설명

[17] 도 1은 본 출원의 일 실시예에 따른 의료 영상 분석 시스템의 개략도이다.

[18] 도 2는 본 출원의 일 실시예에 따른 의료 영상 분석 장치의 동작들을 나타낸 도면이다.

[19] 도 3은 본 출원의 일 실시예에 따른 의료 영상을 분석하는 방법을 나타낸 순서도이다.

[20] 도 4는 본 출원의 일 실시예에 따른 대상 관절 간격 영역을 검출하는 단계를

구체화한 순서도이다.

- [21] 도 5는 본 출원의 일 실시예에 따른 관심 영역과 대상 관절 간격 영역을 검출하는 일 양상을 도시한 도면이다.
- [22] 도 6은 본 출원의 일 실시예에 따른 대상 관절 간격 영역을 획득하기 위한 신경망 모델을 학습시키는 방법을 도시한 순서도이다.
- [23] 도 7은 본 출원의 일 실시예에 따른 대상 관절 간격 영역을 획득하기 위한 신경망 모델을 학습시키는 일 양상을 도시한 도면이다.
- [24] 도 8은 본 출원의 일 실시예에 따른 대상 관절 간격 영역을 검출하는 단계를 구체화한 순서도이다.
- [25] 도 9는 본 출원의 일 실시예에 따른 학습된 신경망 모델을 이용하여 대상 관절 간격 영역을 획득하는 일 양상을 도시한 개략도이다.
- [26] 도 10은 본 출원의 일 실시예에 따른 관절 부위의 폭과 관련된 제1 값을 획득하는 단계를 구체화한 순서도이다.
- [27] 도 11은 본 출원의 일 실시예에 따른 제1 값을 획득하는 일 양상을 도시한 도면이다.
- [28] 도 12은 본 출원의 일 실시예에 따른 관절 간격과 관련된 제2 값을 획득하는 단계를 구체화한 순서도이다.
- [29] 도 13은 본 출원의 일 실시예에 따른 제2 값을 획득하는 일 양상을 도시한 도면이다.

[30]

발명의 실시를 위한 최선의 형태

- [31] 본 출원의 일 실시예에 따른 의료 영상 분석 방법은, 대상 의료 영상을 획득하는 단계; 상기 대상 의료 영상으로부터 대상 관절 간격 영역을 검출하는 단계; 상기 대상 의료 영상으로부터 관절 부위의 폭과 관련된 제1 값을 획득하는 단계; 상기 대상 관절 간격 영역으로부터 관절 간격과 관련된 제2 값을 획득하는 단계; 및 상기 제1 값 및 상기 제2 값에 기초하여, 관절의 상태를 나타내는 대상 관절 상태 지표를 산출하는 단계;를 포함할 수 있다.
- [32] 본 출원의 일 실시예에 따르면, 상기 대상 관절 간격 영역을 검출하는 단계는, 상기 대상 의료 영상으로부터 관심 영역을 검출하는 단계; 및 상기 관심 영역에 대한 세그멘테이션을 수행하여 상기 관심 영역에 포함된 상기 대상 관절 간격 영역을 획득하는 단계;를 포함할 수 있다.
- [33] 본 출원의 일 실시예에 따르면, 상기 관심 영역은, 의료 영상을 수신하여 관절 부위를 포함한 영역을 출력하도록 학습된 제1 신경망 모델을 이용하여 획득될 수 있다.
- [34] 본 출원의 일 실시예에 따르면, 상기 세그멘테이션은, 관심 영역을 포함하는 의료 영상을 수신하여 관절 간격 영역을 출력하도록 학습된 제2 신경망 모델을 이용하여 수행될 수 있다.

- [35] 본 출원의 일 실시예에 따르면, 상기 제1 값을 획득하는 단계는, 상기 대상 의료 영상으로부터 뼈 영역과 뼈의 외측 영역 간의 경계에 인접한 제1 지점 및 제2 지점을 검출하는 단계; 상기 제1 지점의 제1 좌표 정보 및 상기 제2 지점의 제2 좌표 정보를 획득하는 단계; 및 상기 제1 좌표 정보 및 상기 제2 좌표 정보에 기초하여 상기 제1 값을 계산하는 단계;를 포함할 수 있다.
- [36] 본 출원의 일 실시예에 따르면, 상기 제1 지점 및 상기 제2 지점은, 상기 대상 의료 영상에 포함된 상기 뼈 영역의 밝기와 상기 뼈의 외측 영역의 밝기의 차이에 기초하여 획득될 수 있다.
- [37] 본 출원의 일 실시예에 따르면, 상기 제1 지점 및 상기 제2 지점은, 상기 뼈 영역 및 상기 뼈의 외측 영역을 포함하는 의료 영상을 수신하여 상기 제1 지점에 대응되는 제1 영역 및 상기 제2 지점에 대응되는 제2 영역을 출력하도록 학습된 신경망 모델을 통하여 획득될 수 있다.
- [38] 본 출원의 일 실시예에 따르면, 상기 제2 값을 획득하는 단계는, 상기 관절 간격 영역 중에서 관심 구간을 획득하는 단계; 상기 관심 구간 내에서의 복수의 관절 간격 값을 획득하는 단계; 및 상기 복수의 관절 간격 값에 기초하여 상기 제2 값을 획득하는 단계;를 포함할 수 있다.
- [39] 본 출원의 일 실시예에 따르면, 상기 제2 값은, 상기 복수의 관절 간격 값 중 최소 값이거나 상기 복수의 관절 간격 값의 평균 값일 수 있다.
- [40] 본 출원의 일 실시예에 따르면, 상기 대상 관절 상태 지표는 상기 제2 값의 상기 제1 값에 대한 비율로 정의될 수 있다.
- [41] 본 출원의 일 실시예에 따르면, 상기 의료 영상 분석 방법을 실행시키기 위한 프로그램을 기록한 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록매체가 제공될 수 있다.
- [42] 본 출원의 일 실시예에 따른 의료 영상 분석 장치는, 대상 의료 영상을 획득하는 영상 획득부; 및 상기 대상 의료 영상에 기초하여 관절 상태 정보를 제공하는 컨트롤러;를 포함하되, 상기 컨트롤러는, 대상 의료 영상을 획득하고, 상기 대상 의료 영상으로부터 대상 관절 간격 영역을 검출하고, 상기 대상 의료 영상으로부터 관절 부위의 폭과 관련된 제1 값을 획득하고, 상기 대상 관절 간격 영역으로부터 관절 간격과 관련된 제2 값을 획득하고, 상기 제1 값 및 상기 제2 값에 기초하여, 관절의 상태를 나타내는 대상 관절 상태 지표를 산출하도록 구성될 수 있다.

[43]

발명의 실시를 위한 형태

- [44] 본 출원의 상술한 목적, 특징들 및 장점은 첨부된 도면과 관련된 다음의 상세한 설명을 통해 보다 분명해질 것이다. 다만, 본 출원은 다양한 변경을 가할 수 있고 여러 가지 실시예들을 가질 수 있는 바, 이하에서는 특정 실시예들을 도면에 예시하고 이를 상세히 설명하고자 한다.
- [45] 명세서 전체에 걸쳐서 동일한 참조번호들은 원칙적으로 동일한 구성요소들을

나타낸다. 또한, 각 실시예의 도면에 나타나는 동일한 사상의 범위 내의 기능이 동일한 구성요소는 동일한 참조부호를 사용하여 설명하며, 이에 대한 중복되는 설명은 생략하기로 한다.

- [46] 본 출원과 관련된 공지 기능 혹은 구성에 대한 구체적인 설명이 본 출원의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우 그 상세한 설명을 생략한다. 또한, 본 명세서의 설명 과정에서 이용되는 숫자(예를 들어, 제1, 제2 등)는 하나의 구성요소를 다른 구성요소와 구분하기 위한 식별기호에 불과하다.
- [47] 또한, 이하의 실시예에서 사용되는 구성요소에 대한 접미사 "모듈" 및 "부"는 명세서 작성의 용이함만이 고려되어 부여되거나 혼용되는 것으로서, 그 자체로 서로 구별되는 의미 또는 역할을 갖는 것은 아니다.
- [48] 이하의 실시예에서, 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다.
- [49] 이하의 실시예에서, 포함하다 또는 가지다 등의 용어는 명세서상에 기재된 특징, 또는 구성요소가 존재함을 의미하는 것이고, 하나 이상의 다른 특징들 또는 구성요소가 부가될 가능성을 미리 배제하는 것은 아니다.
- [50] 도면에서는 설명의 편의를 위하여 구성 요소들이 그 크기가 과장 또는 축소될 수 있다. 예컨대, 도면에서 나타난 각 구성의 크기 및 두께는 설명의 편의를 위해 임의로 나타낸 것으로, 본 발명이 반드시 도시된 바에 한정되지 않는다.
- [51] 어떤 실시예가 달리 구현 가능한 경우에 특정한 프로세스의 순서는 설명되는 순서와 다르게 수행될 수도 있다. 예를 들어, 연속하여 설명되는 두 프로세스가 실질적으로 동시에 수행될 수도 있고, 설명되는 순서와 반대의 순서로 진행될 수 있다.
- [52] 이하의 실시예에서, 구성 요소 등이 연결되었다고 할 때, 구성 요소들이 직접적으로 연결된 경우뿐만 아니라 구성요소들 중간에 구성 요소들이 개재되어 간접적으로 연결된 경우도 포함한다.
- [53] 예컨대, 본 명세서에서 구성 요소 등이 전기적으로 연결되었다고 할 때, 구성 요소 등이 직접 전기적으로 연결된 경우뿐만 아니라, 그 중간에 구성 요소 등이 개재되어 간접적으로 전기적 연결된 경우도 포함한다.
- [54] 이하에서는 도 1 내지 도 13을 참고하여 본 출원의 의료 영상 분석 방법, 의료 영상 분석 장치 및 의료 영상 분석 시스템에 관하여 설명한다.
- [55] 도 1은 본 출원의 일 실시예에 따른 의료 영상 분석 시스템(10)의 개략도이다.
- [56] 본 출원의 일 실시예에 따른 의료 영상 분석 시스템(10)은 의료 영상 획득 장치(100) 및 의료 영상 분석 장치(1000)를 포함할 수 있다.
- [57] 의료 영상 획득 장치(100)는 의료 영상을 촬영할 수 있다. 예컨대, 의료 영상 획득 장치(100)는 자기 공명 영상 장치(magnetic resonance imaging), 컴퓨터 단층 촬영 장치(computerized tomography equipment), X-선 장치(X-ray equipment) 등을 포함하여 임의의 형태의 의료 영상을 획득하는 장치를 포괄하는 의미일 수 있다. 의료 영상 획득 장치(100)에 의해 획득된 의료 영상은 2차원 형태의 영상일 수

있다. 이때, 의료 영상은 픽셀의 좌표, 색상, 강도 등과 관련된 픽셀 정보를 포함할 수 있다. 의료 영상 획득 장치(100)에 의해 획득된 의료 영상은 3차원 형태의 영상일 수 있다. 이때, 의료 영상은 복셀의 좌표, 색상, 강도와 관련된 픽셀 정보를 포함할 수 있다.

- [58] 본 출원의 일 실시예에 따른 의료 영상 분석 장치(1000)는 의료 영상을 분석하여 관절 상태 정보를 획득할 수 있다. 보다 구체적으로, 의료 영상 분석 장치(1000)는 의료 영상으로부터 관절 영역을 검출하고, 관절 영역에 기초하여 관절 상태와 관련된 정보들을 정량화할 수 있다. 여기서 관절 영역이란 관절 사이 영역(혹은 관절 간격 영역), 관절 사이 영역에 인접한 뼈 영역 등을 포함하는 의미일 수 있다.
- [59] 본 출원의 일 실시예에 따른 의료 영상 분석 장치(1000)는 송수신부(1100), 메모리(1200) 및 컨트롤러(1300)를 포함할 수 있다.
- [60] 의료 영상 분석 장치(1000)의 송수신부(1100)는 의료 영상 획득 장치(100)를 포함한 임의의 외부 기기와 통신을 수행할 수 있다. 예컨대, 의료 영상 분석 장치(1000)는, 송수신부(1100)를 통해, 의료 영상 획득 장치(100)가 촬영한 의료 영상을 수신할 수 있다. 또한, 의료 영상 분석 장치(1000)는, 송수신부(1100)를 통해, 획득한 관절 상태 정보를 의료 영상 획득 장치(100)를 포함한 임의의 외부 기기로 송신할 수 있다.
- [61] 의료 영상 분석 장치(1000)는, 송수신부를 통해 네트워크에 접속하여 각종 데이터를 송수신할 수 있다. 송수신부는 크게 유선 타입과 무선 타입을 포함할 수 있다. 유선 타입과 무선 타입은 각각의 장단점을 가지므로, 경우에 따라서 의료 영상 분석 장치(1000)에는 유선 타입과 무선 타입이 동시에 마련될 수도 있다. 여기서, 무선 타입의 경우에는 주로 와이파이(Wi-Fi) 같은 WLAN(Wireless Local Area Network) 계열의 통신 방식을 이용할 수 있다. 또는, 무선 타입의 경우에는 셀룰러 통신, 예컨대, LTE, 5G 계열의 통신 방식을 이용할 수 있다. 다만, 무선 통신 프로토콜이 상술한 예시에 제한되는 것은 아니며, 임의의 적절한 무선 타입의 통신 방식을 이용하는 것도 가능하다. 유선 타입의 경우에는 LAN(Local Area Network)이나 USB(Universal Serial Bus) 통신이 대표적인 예이며 그 외의 다른 방식도 가능하다.
- [62] 의료 영상 분석 장치(1000)의 메모리(1200)는 각종 정보를 저장할 수 있다. 메모리(1200)에는 각종 데이터가 임시적으로 또는 반영구적으로 저장될 수 있다. 메모리(1200)의 예로는 하드 디스크(HDD: Hard Disk Drive), SSD(Solid State Drive), 플래쉬 메모리(flash memory), 롬(ROM: Read-Only Memory), 램(RAM: Random Access Memory) 등이 있을 수 있다. 메모리(1200)는 의료 영상 분석 장치(1000)에 내장되는 형태나 탈부착 가능한 형태로 제공될 수 있다. 메모리(1200)에는 의료 영상 분석 장치(1000)를 구동하기 위한 운영 프로그램(OS: Operating System)이나 의료 영상 분석 장치(1000)의 각 구성을 동작시키기 위한 프로그램을 비롯해 의료 영상 분석 장치(1000)의 동작에 필요한

각종 데이터가 저장될 수 있다.

- [63] 컨트롤러(1300)는 의료 영상 분석 장치(1000)의 전반적인 동작을 제어할 수 있다. 예컨대, 컨트롤러(1300)는 대상 의료 영상으로부터 관심 영역이나 대상 관절 간격 영역을 검출하는 동작, 관절 부위의 폭을 정량화하는 동작, 관절 간격을 정량화하는 동작 및 관절 상태 정보를 산출하는 동작 등 의료 영상 분석 장치(1000)의 전반적인 동작을 제어할 수 있다. 구체적으로 컨트롤러(1300)는 메모리(1100)로부터 의료 영상 분석 장치(1000)의 전반적인 동작을 위한 프로그램을 로딩하여 실행할 수 있다. 프로세서는 하드웨어나 소프트웨어 또는 이들의 조합에 따라 AP(Application Processor), CPU(Central Processing Unit), MCU(Microcontroller Unit)나 이와 유사한 장치로 구현될 수 있다. 이때, 하드웨어적으로는 전기적 신호를 처리하여 제어 기능을 수행하는 전자 회로 형태로 제공될 수 있으며, 소프트웨어적으로는 하드웨어적 회로를 구동시키는 프로그램이나 코드 형태로 제공될 수 있다.
- [64] 한편 도 1에서는 도시하지 않았지만, 의료 영상 분석 장치(1000)는 임의의 적절한 입력부 및/또는 출력부를 포함할 수 있다. 구체적으로 의료 영상 분석 장치(1000)는 입력부를 통하여, 의료 영상의 분석에 필요한 사용자의 입력을 수신할 수 있다. 예컨대, 의료 영상 분석 장치(1000)는 입력부를 통하여, 의료 영상에 포함된 복수의 영역 각각에 라벨 정보를 할당하는 사용자의 입력을 획득할 수 있다. 다른 예를 들어, 의료 영상 분석 장치(1000)는 입력부를 통하여, 관절 간격 값을 획득하기 위한 관절 간격 영역의 관심 구간을 설정하는 사용자의 입력을 획득할 수 있다.
- [65] 또한, 의료 영상 분석 장치(1000)는 출력부를 통하여, 후술할 대상 관절 상태 지표 및/또는 대상 관절 상태 지표와 기준 관절 상태 지표를 비교한 결과를 출력할 수 있다.
- [66]
- [67] 이하에서는 도 2 내지 도 13을 참고하여, 본 출원의 일 실시예에 따른 의료 영상 분석 장치(1000)의 동작을 구체적으로 서술한다.
- [68] 본 출원의 일 실시예에 따른 의료 영상 분석 장치(1000)는 의료 영상으로부터 관절 간격 영역을 검출할 수 있다. 또한, 의료 영상 분석 장치(1000)는 관절 간격 영역에 기초하여 관절 상태 정보를 산출할 수 있다.
- [69] 도 2는 본 출원의 일 실시예에 따른 의료 영상 분석 장치(1000)의 동작들을 나타낸 도면이다.
- [70] 본 출원의 일 실시예에 따른 의료 영상 분석 장치(1000)는 영상 획득부를 포함할 수 있다. 구체적으로 의료 영상 분석 장치(1000)의 영상 획득부는 의료 영상 획득 장치(100)로부터 획득된 대상 의료 영상을 획득할 수 있다. 예컨대, 영상 획득부는 송수신부(1100)를 통하여 의료 영상 획득 장치(100)를 포함한 임의의 외부 장치로부터 대상 의료 영상을 획득할 수 있다.
- [71] 본 출원의 일 실시예에 따른 의료 영상 분석 장치(1000)는 관심 영역 검출부를

포함할 수 있다.

- [72] 본 출원의 일 실시예에 따른 의료 영상 분석 장치(1000)의 관심 영역 검출부는 대상 의료 영상에 포함된 관심 영역을 검출할 수 있다. 예컨대, 관심 영역 검출부는 대상 의료 영상으로부터 관절 영역을 포함하는 관심 영역을 검출할 수 있다. 여기서 관절 영역은 전술한 바와 같이 관절 간격 영역 및/또는 관절 간격 영역에 인접한 뼈 영역을 포함할 수 있다.
- [73] 구체적으로 관심 영역 검출부는 인공지능 기법을 활용하여 관심 영역을 검출할 수 있다. 관심 영역을 검출하는 동작에 대하여는 도 4 및 도 5와 관련하여 구체적으로 서술한다. 다만, 대상 의료 영상으로부터 관심 영역을 검출하는 동작은 생략될 수 있다. 예컨대, 대상 의료 영상으로부터 후술할 관절 간격 영역을 바로 검출 가능한 경우, 관심 영역 검출부의 관심 영역을 검출하는 동작은 생략될 수 있다.
- [74] 본 출원의 일 실시예에 따른 의료 영상 분석 장치(1000)는 관절 간격 영역 검출부를 포함할 수 있다. 본 출원의 일 실시예에 따른 의료 영상 분석 장치(1000)의 관절 간격 영역 검출부는 대상 의료 영상으로부터 대상 관절 간격 영역을 검출할 수 있다. 일 예로, 관절 간격 영역 검출부는 대상 의료 영상에 포함된 관절 영역을 포함하는 관심 영역으로부터 대상 관절 간격 영역을 검출할 수 있다. 여기서 대상 관절 간격 영역이란, 대상 의료 영상에 포함된 임의의 관절 간의 사이 영역을 의미할 수 있다. 일 실시예에 따르면, 관절 간격 영역 검출부는 인공지능 기법을 활용하여 대상 관절 간격 영역을 획득할 수 있다. 예컨대, 관절 간격 영역 검출부는 의료 영상에 관절 사이 영역(혹은 관절 간격 영역)을 할당(혹은 라벨링)한 학습 세트에 기초하여 학습된 신경망 모델을 이용하여 대상 관절 간격 영역을 획득할 수 있다. 대상 관절 간격 영역을 획득하는 내용에 대하여는 도 4 내지 도 9와 관련하여 구체적으로 서술한다.
- [75]
- [76] 본 출원의 일 실시예에 따른 의료 영상 분석 장치(1000)는 관절 상태 정량화 분석부를 포함할 수 있다. 이때, 관절 상태 정량화 분석부는 관절 폭 분석부와 관절 간격 분석부를 포함할 수 있다. 본 출원의 일 실시예에 따른 의료 영상 분석 장치(1000)의 관절 상태 정량화 분석부는 관절 영역 및/또는 대상 관절 간격 영역에 기초하여 관절 상태 정보를 연산할 수 있다.
- [77] 의료 영상 분석 장치(1000)의 관절 폭 분석부는 대상 의료 영상에 포함된 관절 영역에 기초하여 관절 부위의 폭을 정량화하는 동작을 수행할 수 있다. 예컨대, 의료 영상 분석 장치(1000)의 관절 폭 분석부는 임의의 이미지 처리 기법 혹은 인공지능 기법을 활용하여 관절 부위의 외측 지점을 검출하고, 외측 지점의 좌표 정보에 기초하여 관절 부위의 폭과 관련된 정량 정보를 산출할 수 있다. 관절 부위의 폭을 정량화하는 내용에 대하여는 도 10 및 도 11에서 구체적으로 서술한다.
- [78] 본 출원의 일 실시예에 따른 의료 영상 분석 장치(1000)의 관절 간격 분석부는

대상 관절 간격 영역에 기초하여 관절 간격을 정량화하는 동작을 수행할 수 있다. 예컨대, 의료 영상 분석 장치(1000)의 관절 간격 분석부는 대상 관절 간격 영역과 관련된 관심 구간을 획득하고, 관심 구간 내에서의 적어도 하나의 관절 간격 값을 획득할 수 있다. 또한, 의료 영상 분석 장치(1000)의 관절 간격 분석부는 적어도 하나의 관절 간격 값에 기초하여 관절 간격과 관련된 정량 정보를 연산할 수 있다. 관절 간격을 정량화하는 내용에 대하여는 도 12 및 도 13에서 구체적으로 서술한다.

- [79] 본 출원의 일 실시예에 따른 의료 영상 분석 장치(1000)는 관절 부위의 폭과 관련된 정량 정보 및 관절 간격과 관련된 정량 정보에 기초하여 관절 상태 정보를 산출할 수 있다. 예컨대, 의료 영상 분석 장치(1000)의 관절 상태 정량화 분석부는 관절 부위의 폭과 관련된 정량 정보 및 관절 간격과 관련된 정량 정보에 기초하여 관절 상태를 나타내는 관절 상태 지표를 산출할 수 있다.
- [80] 도 3을 참고한다. 도 3은 본 출원의 일 실시예에 따른 의료 영상을 분석하는 방법을 나타낸 순서도이다.
- [81] 본 출원의 일 실시예에 따른 의료 영상 분석 방법은 대상 의료 영상을 획득하는 단계(S1100), 대상 관절 간격 영역을 검출하는 단계(S1200), 관절 부위의 폭과 관련된 제1 값을 획득하는 단계(S1300), 관절 간격과 관련된 제2 값을 획득하는 단계(S1400) 및 관절의 상태를 나타내는 대상 관절 상태 지표를 산출하는 단계(S1500)를 포함할 수 있다.
- [82] 대상 의료 영상을 획득하는 단계(S1100)에서는, 의료 영상 분석 장치(1000)는, 분석 대상인 대상 의료 영상을 획득할 수 있다. 예컨대, 의료 영상 분석 장치(1000)는, 송수신부(1100)를 통하여, 의료 영상 획득 장치(100) 혹은 데이터베이스를 포함한 임의의 외부 장치로부터 대상 의료 영상을 획득할 수 있다.
- [83] 대상 관절 간격 영역을 검출하는 단계(S1200)에서는, 의료 영상 분석 장치(1000)는 대상 의료 영상으로부터 대상 관절 간격 영역을 검출할 수 있다. 일 예로, 의료 영상 분석 장치(1000)는 대상 의료 영상으로부터, 대상 의료 영상에 포함된 관절 부위를 포함하는 영역을 관심 영역으로 획득하고, 관심 영역을 정밀하게 분석하여 대상 관절 간격 영역을 획득하도록 구현될 수 있다. 다른 예로, 의료 영상 분석 장치(1000)는 대상 의료 영상으로부터, 대상 의료 영상에 포함된 대상 관절 간격 영역을 획득하도록 구현될 수 있다.
- [84] 이하에서는 대상 의료 영상으로부터 관심 영역을 획득하고, 관심 영역을 정밀하게 분석하여 대상 관절 간격 영역을 획득하는 실시예를 중심으로 서술하나, 이는 예시에 불과하여 이에 제한적으로 해석되지 않는다.
- [85] 도 4 및 도 5를 참고한다. 도 4는 본 출원의 일 실시예에 따른 대상 관절 간격 영역을 검출하는 단계를 구체화한 순서도이다. 도 5는 본 출원의 일 실시예에 따른 관심 영역과 대상 관절 간격 영역을 검출하는 일 양상을 도시한 도면이다.
- [86] 대상 관절 간격 영역을 획득하는 단계(S1200)는 대상 의료 영상으로부터 관심

영역을 검출하는 단계(S1210) 및 관심 영역에 포함된 대상 관절 간격 영역을 획득하는 단계(S1220)를 포함할 수 있다.

- [87] 대상 의료 영상으로부터 관심 영역을 검출하는 단계(S1210)에서는, 의료 영상 분석 장치(1000)는, 대상 의료 영상으로부터 관절 부위를 포함한 영역을 관심 영역으로 검출하도록 구현될 수 있다. 일 예로, 의료 영상 분석 장치(1000)는 임의의 적절한 인공지능 기법을 활용하여 관절 부위를 포함한 영역을 관심 영역으로 획득할 수 있다. 구체적으로 의료 영상 분석 장치(1000)는, 대상 의료 영상을 수신하고 관절 부위를 포함한 영역을 관심 영역으로 출력하도록 학습된 제1 신경망 모델을 이용하여 관심 영역(ROI)을 검출하도록 구현될 수 있다.
- [88] 여기서, 제1 신경망 모델은 의료 영상 및 의료 영상에 관절 부위 영역임을 할당한 라벨 정보에 기초하여 학습될 수 있다. 이때, 라벨 정보는 임의의 소프트웨어를 이용하여 자동적으로 의료 영상에 할당될 수 있거나 임의의 시술자에 의해 수동적으로 의료 영상에 할당될 수 있다. 보다 구체적으로 제1 신경망 모델은 의료 영상을 수신하고, 출력 값과 관절 부위 영역과 관련된 라벨 정보 간의 차이가 최소화되도록 학습될 수 있다. 한편, 제1 신경망 모델은 딥 러닝 계열의 인공 신경망 모델일 수 있다. 인공 신경망의 세부적인 예시들로는, 합성곱 인공 신경망(Convolution Neural Network), 순환신경망(Recurrent Neural Network), 심층신경망(Deep Neural Network), 생산적 적대 신경망(Generative Adversarial Network) 등이 있을 수 있다. 다만, 이는 예시에 불과하며 상술한 인공 신경망, 그 외의 다양한 형태의 인공 신경망 및 이들이 조합된 형태의 인공 신경망을 모두 포함하는 포괄적인 의미로 해석되어야 하며, 반드시 딥 러닝 계열이어야만 하는 것도 아니다.
- [89] 관심 영역에 포함된 대상 관절 간격 영역을 획득하는 단계(S1220)에서는, 의료 영상 분석 장치(1000)는, 대상 의료 영상으로부터 대상 관절 간격 영역을 검출할 수 있다. 구체적으로 의료 영상 분석 장치(1000)는 대상 의료 영상의 관심 영역에 대하여 세그멘테이션을 수행하여 관절 사이 영역을 포함하는 대상 관절 간격 영역을 획득할 수 있다. 일 예로, 관심 영역에 대한 세그멘테이션은 임의의 적절한 인공지능 기법을 활용하여 수행될 수 있다.
- [90] 다시 도 5를 참고하면, 의료 영상 분석 장치(1000)는, 관심 영역을 포함하는 대상 의료 영상을 수신하고 관절 사이 영역을 출력하도록 학습된 제2 신경망 모델을 활용하여 대상 관절 간격 영역을 검출하도록 구현될 수 있다.
- [91] 일 예에 따르면, 대상 관절 간격 영역을 획득하기 위한 모델로 신경망 모델을 이용할 수 있다. 신경망 모델은 기계학습 모델로 제공될 수 있다. 기계학습 모델의 대표적인 예로는, 인공 신경망(Artificial Neural Network)이 있을 수 있다. 구체적으로 인공 신경망의 대표적인 예로는 데이터를 입력받는 입력 레이어, 결과를 출력하는 출력 레이어 및 입력 레이어와 출력 레이어 사이에서 데이터를 처리하는 히든 레이어(hidden layer)를 포함하는 딥 러닝 계열의 인공 신경망이 있다. 인공 신경망의 세부적인 예시들로는, 합성곱 인공 신경망(Convolution

Neural Network), 순환신경망(Recurrent Neural Network), 심층신경망(Deep Neural Network), 생산적 적대 신경망(Generative Adversarial Network) 등이 있으며, 본 명세서에서 인공 신경망은 상술된 인공 신경망, 그 외의 다양한 형태의 인공 신경망 및 이들이 조합된 형태의 인공 신경망을 모두 포함하는 포괄적인 의미로 해석되어야 하며, 반드시 딥 러닝 계열이어야만 하는 것도 아니다.

- [92] 뿐만 아니라, 기계학습 모델이 반드시 인공 신경망 모델 형태이어야만 하는 것은 아니며, 이외에도 최근접 이웃 알고리즘(KNN), 랜덤 포레스트(RandomForest), 서포트 벡터 머신(SVM), 주성분분석법(PCA) 등이 포함될 수 있다. 혹은 이상에서 언급된 기법들이 앙상블된 형태나 그 외에 다양한 방식으로 조합된 형태까지도 전부 포함할 수 있다. 한편, 인공 신경망을 중심으로 언급되는 실시예들에서 특별한 언급이 없는 한 인공 신경망이 다른 기계학습 모델로 대체될 수 있음을 미리 밝혀둔다.
- [93] 나아가, 본 명세서에서 대상 관절 간격 영역을 획득하는 알고리즘이 반드시 기계학습 모델로 한정되는 것은 아니다. 즉, 대상 관절 간격 영역을 획득하는 알고리즘은 기계학습 모델이 아닌 다양한 판단/결정 알고리즘이 포함될 수도 있다. 따라서, 본 명세서에서 대상 관절 간격 영역을 획득하는 알고리즘은 의료 영상에 기초하여 관절 간격 영역을 연산하는 모든 형태의 알고리즘을 모두 포함하는 포괄적인 의미로 이해되어야 함을 밝혀 둔다. 다만 이하에서는 설명의 편의를 위하여 인공 신경망 모델을 중심으로 설명하기로 한다.
- [94]
- [95] 이하에서는 도 6 내지 도 9를 참고하여 본 출원의 일 실시예에 따른 신경망 모델을 이용하여 대상 관절 간격 영역을 획득하는 내용에 대하여 설명한다. 구체적으로 도 6 내지 도 7을 참고하여 본 출원의 일 실시예에 따른 대상 관절 간격 영역을 획득하기 위한 신경망 모델을 학습시키는 내용을 설명한다. 또한, 도 8 내지 도 9를 참고하여 학습된 신경망 모델을 이용하여 대상 관절 간격 영역을 획득하는 내용을 설명한다.
- [96] 도 6을 참고한다. 도 6은 본 출원의 일 실시예에 따른 대상 관절 간격 영역을 획득하기 위한 신경망 모델을 학습시키는 방법을 도시한 순서도이다. 대상 관절 간격 영역을 획득하기 위한 신경망 모델을 학습시키는 방법은 의료 영상 분석 장치(1000)에서 수행될 수 있다. 다만, 대상 관절 간격 영역을 획득하기 위한 신경망 모델을 학습시키는 방법은 의료 영상 분석 장치(1000)와는 별도의 외부 장치에서 수행될 수도 있다. 이하에서는 의료 영상 분석 장치(1000)에서 대상 관절 간격 영역을 획득하기 위한 신경망 모델의 학습이 수행되는 것으로 서술한다. 다만, 이는 예시에 불과하며, 이에 제한적으로 해석되지 않는다.
- [97] 본 출원의 일 실시예에 따른 대상 관절 간격 영역을 획득하기 위한 신경망 모델을 학습시키는 방법은 의료 영상 데이터베이스를 획득하는 단계(S2100), 학습 세트를 준비하는 단계(S2200), 신경망을 학습시키는 단계(S2300) 및 학습된 신경망 모델을 획득하는 단계(S2400)를 포함할 수 있다.

- [98] 의료 영상 데이터베이스를 획득하는 단계(S2100)에서는, 의료 영상 분석 장치(1000)는 의료 영상 획득 장치(100) 또는 임의의 데이터베이스를 포함하는 외부 장치로부터 복수의 의료 영상을 포함하는 의료 영상 데이터베이스를 획득할 수 있다.
- [99] 학습 세트를 준비하는 단계(S2200)에서는, 의료 영상 분석 장치(1000)는 의료 영상에 포함된 관절 사이 영역에 라벨 정보를 할당하여 준비된 학습 세트를 획득할 수 있다. 관절 사이 영역에 라벨 정보를 할당하는 동작은, 전술한 바와 유사하게, 임의의 적절한 소프트웨어를 이용하여 수행되거나, 임의의 시술자에 의해 수동적으로 수행될 수 있다.
- [100] 신경망을 학습하는 단계(S2300)에서는, 의료 영상 분석 장치(1000)는 의료 영상 및 학습 세트에 기초하여 신경망 모델을 학습시킬 수 있다.
- [101] 도 7을 참고한다. 도 7은 본 출원의 일 실시예에 따른 대상 관절 간격 영역을 획득하기 위한 신경망 모델을 학습시키는 일 양상을 도시한 도면이다.
- [102] 신경망 모델은 입력 레이어, 출력 레이어 및 히든 레이어를 포함할 수 있다. 입력 레이어는 의료 영상을 수신할 수 있으며, 출력 레이어는 관절 사이 영역과 관련된 출력 값을 출력할 수 있다. 히든 레이어는 입력 레이어와 출력 레이어를 연결하는 복수의 노드를 가질 수 있다.
- [103] 본 출원의 일 실시예에 따른 의료 영상 분석 장치(1000)는 의료 영상에 기초하여 관절 사이 영역을 나타내는 관절 간격 영역 정보를 출력하도록 신경망을 학습시킬 수 있다. 구체적으로 의료 영상 분석 장치(1000)는 입력 레이어에 의료 영상을 입력하고, 출력 레이어를 통하여 관절 사이 영역과 관련된 출력 값을 획득할 수 있다. 또한, 의료 영상 분석 장치(1000)는 학습 세트에 포함된 관절 간격 영역과 관련된 라벨 정보와 출력 값의 차이에 기초하여 히든 레이어에 포함된 노드의 가중치(혹은 파라미터)를 조절할 수 있다. 예컨대, 의료 영상 분석 장치(1000)는 의료 영상 데이터베이스로부터 획득한 제1 의료 영상을 입력 레이어에 입력하고, 출력 레이어를 통하여 출력되는 출력값과 제1 의료 영상의 관절 간격 영역에 할당된 제1 라벨 정보의 차이에 기초하여 히든 레이어에 포함된 노드의 가중치(혹은 파라미터)를 갱신할 수 있다. 또한, 의료 영상 분석 장치(1000)는 의료 영상 데이터베이스로부터 획득한 제N 의료 영상을 입력 레이어에 입력하고, 출력 레이어를 통하여 출력되는 출력값과 제N 의료 영상의 관절 간격 영역에 할당된 제N 라벨 정보의 차이에 기초하여 히든 레이어에 포함된 노드의 가중치(혹은 파라미터)를 반복적으로 갱신할 수 있다.
- [104] 구체적으로 의료 영상 분석 장치(1000)는 관절 간격 영역과 관련된 라벨 정보와 출력 값의 차이가 최소화되도록 히든 레이어에 포함된 노드의 가중치(혹은 파라미터)를 반복적으로 조절함으로써, 신경망 모델을 학습시킬 수 있다.
- [105] 다시 도 6을 참고하면, 본 출원의 일 실시예에 따른 대상 관절 간격 영역을 획득하기 위한 신경망 모델을 학습시키는 방법은 학습된 제2 신경망 모델을 획득하는 단계(S2400)를 포함할 수 있다. 학습된 제2 신경망 모델을 획득하는

단계(S2400)에서는, 의료 영상 분석 장치(1000)는 출력 레이어를 통하여 출력되는 출력 값과 라벨 정보가 최소화되도록 학습된 히든 레이어에 포함된 노드의 가중치 혹은 파라미터를 획득할 수 있다. 혹은 학습된 제2 신경망 모델을 획득하는 단계(S1400)에서는, 의료 영상 분석 장치(1000)는 전술한 가중치 혹은 파라미터를 갖는 노드를 포함하는 히든 레이어를 포함하는 제2 신경망 모델을 획득할 수 있다.

- [106] 한편, 도 6에는 도시하지 않았으나 본 출원의 일 실시예에 따른 대상 관절 간격 영역을 획득하기 위한 신경망 모델은 신경망을 검증하는 단계를 더 포함할 수 있다. 예컨대, 의료 영상 분석 장치(1000)는 학습 세트의 적어도 일부에 기초하여 신경망 모델을 검증할 수 있다. 구체적으로, 의료 영상 분석 장치(1000)는 학습 세트에 포함된 의료 영상 중 적어도 일부를 신경망 모델의 입력 레이어에 입력하고, 출력 레이어를 통하여 출력되는 출력 값을 획득할 수 있다. 또한, 의료 영상 분석 장치(1000)는 출력 값과 학습 세트에 포함된 의료 영상과 관련된 라벨 정보와의 유사도를 비교함으로써, 신경망 모델의 히든 레이어에 포함된 노드의 가중치(혹은 파라미터)가 적절한지 여부를 검증할 수 있다.
- [107] 한편, 대상 의료 영상은 복수 개의 관절 영역을 포함할 수 있다. 예컨대, 수골 영상은 여러 개의 관절 영역을 포함하고 있을 수 있다. 이때, 본 출원의 일 실시예에 따른 의료 영상 분석 장치(1000)는 관절 영역 별로 신경망 모델을 학습시키고, 관절 영역 별로 학습된 적어도 하나의 신경망 모델을 이용하여 관절 간격 영역을 검출하도록 구현될 수 있다. 예컨대, 제1 관절 영역에 대하여는 학습된 제1 관절 검출 신경망 모델을 이용하여 제1 관절 영역에 포함된 관절 간격 영역을 검출하고, 제2 관절 영역에 대하여는 학습된 제2 관절 검출 신경망 모델을 이용하여 제2 관절 영역에 포함된 관절 간격 영역을 검출하도록 의료 영상 분석 장치(1000)가 구성될 수 있다. 다만, 이는 예시에 불과하며, 관절 사이 영역의 형태가 유사한 경우에는 단일 신경망 모델을 이용할 수도 있을 것이다.
- [108] 도 8을 참고한다. 도 8은 본 출원의 일 실시예에 따른 대상 관절 간격 영역을 검출하는 단계를 구체화한 순서도이다.
- [109] 본 출원의 일 실시예에 따른 대상 관절 간격 영역을 검출하는 단계(S1200)는 학습된 제2 신경망 모델을 획득하는 단계(S3100) 및 학습된 제2 신경망 모델을 이용하여 대상 관절 간격 영역을 획득하는 단계(S3200)를 포함할 수 있다.
- [110] 학습된 제2 신경망 모델을 획득하는 단계(S3100)에서는, 의료 영상 분석 장치(1000)는 학습된 제2 신경망 모델을 획득할 수 있다. 예컨대, 제2 신경망 모델의 노드의 가중치 혹은 파라미터를 획득할 수 있다. 다른 예를 들어, 의료 영상 분석 장치(1000)는 학습을 통하여 획득한 가중치 혹은 파라미터를 갖는 노드를 포함하는 히든 레이어를 포함하는 신경망을 획득할 수 있다.
- [111] 학습된 제2 신경망 모델을 이용하여 대상 관절 간격 영역을 획득하는 단계(S3200)에서는, 본 출원의 일 실시예에 따른 의료 영상 분석 장치(1000)는 학습된 제2 신경망 모델 및 대상 의료 영상에 기초하여 대상 관절 간격 영역을

획득할 수 있다.

- [112] 도 9를 참고한다. 도 9는 본 출원의 일 실시예에 따른 학습된 신경망 모델을 이용하여 대상 관절 간격 영역을 획득하는 일 양상을 도시한 개략도이다.
- [113] 의료 영상 분석 장치(1000)는 학습된 제2 신경망 모델의 입력 레이어에 대상 의료 영상(혹은 관심 영역이 포함된 대상 의료 영상)을 입력하고, 출력 레이어를 통하여 대상 관절 간격 영역과 관련된 정보를 획득할 수 있다. 학습된 제2 신경망 모델은 의료 영상에 기초하여 관절 간격 영역 정보를 출력하도록 학습이 되었기 때문에, 의료 영상 분석 장치(1000)는 학습된 제2 신경망 모델 및 대상 의료 영상에 기초하여, 대상 의료 영상(혹은 관심 영역이 포함된 의료 영상)에 포함된 대상 관절 간격 영역을 획득할 수 있다.
- [114]
- [115] 다시 도 3을 참고하면, 본 출원의 일 실시예에 따른 의료 영상 분석 방법은 관절 부위의 폭과 관련된 제1 값을 획득하는 단계(S1300)를 포함할 수 있다.
- [116] 도 10 및 도 11을 참고한다. 도 10은 본 출원의 일 실시예에 따른 관절 부위의 폭과 관련된 제1 값을 획득하는 단계(S1300)를 구체화한 순서도이다. 도 11은 본 출원의 일 실시예에 따른 제1 값을 획득하는 일 양상을 도시한 도면이다.
- [117] 본 출원의 일 실시예에 따른 관절 부위의 폭과 관련된 제1 값을 획득하는 단계(S1300)는 대상 의료 영상으로부터 뼈 영역과 뼈의 외측 영역 간의 경계에 인접한 제1 지점 및 제2 지점을 검출하는 단계(S1310), 제1 지점의 제1 좌표 정보 및 제2 지점의 제2 좌표 정보를 획득하는 단계(S1320) 및 제1 좌표 정보 및 제2 좌표 정보에 기초하여 제1 값을 계산하는 단계(S1330)를 포함할 수 있다.
- [118] 대상 관절 간격 영역으로부터 뼈 영역과 뼈의 외측 영역 간의 경계에 인접한 제1 지점 및 제2 지점을 검출하는 단계(S1310)에서는, 의료 영상 분석 장치(1000)는 대상 의료 영상에 포함된 관절 사이 영역과 인접한 뼈 영역과 뼈의 외측 영역을 검출할 수 있다. 구체적으로 의료 영상 분석 장치(1000)는 대상 의료 영상(혹은 관심 영역을 포함하는 의료 영상)으로부터 관절에 인접한 뼈 영역(R1)과 뼈의 외측 영역(R2) 간의 경계에 인접한 제1 지점(P1) 및 제2 지점(P2)을 검출할 수 있다.
- [119] 일 예로, 의료 영상 분석 장치(1000)는 임의의 이미지 처리 기법을 이용하여 제1 지점(P1) 및 제2 지점(P2)을 검출할 수 있다. 예컨대, 의료 영상 분석 장치(1000)는 대상 의료 영상을 임의의 이미지 처리 기법을 이용하여 프로세싱하고, 프로세싱된 대상 의료 영상의 밝기에 기초하여 제1 지점(P1) 및 제2 지점(P2)을 검출할 수 있다. 구체적으로 의료 영상 분석 장치(1000)는 뼈 영역(R1)의 제1 밝기와 뼈의 외측 영역(R2)의 제2 밝기의 차이에 기초하여, 뼈 영역(R1)과 뼈의 외측 영역(R2) 간의 경계를 획득할 수 있으며, 경계에 인접한 제1 지점(P1) 및 제2 지점(P2)을 획득할 수 있다.
- [120] 다른 예로, 의료 영상 분석 장치(1000)는 임의의 인공지능 기법을 활용하여 제1 지점(P1) 및 제2 지점(P2)을 검출할 수 있다. 예컨대, 의료 영상 분석

장치(1000)는, 의료 영상 및 관절 사이 영역에 인접한 뼈의 양 끝 지점에 대한 라벨 정보에 기초하여, 뼈의 양 끝 지점을 획득하는 신경망 모델을 학습시킬 수 있다. 이때, 의료 영상 분석 장치(1000)는 학습된 신경망 모델을 이용하여 뼈의 양 끝 지점, 예컨대, 제1 지점(P1) 및 제2 지점(P2)을 검출할 수 있다.

- [121] 제1 지점의 제1 좌표 정보 및 제2 지점의 제2 좌표 정보를 획득하는 단계(S1320)에서는, 의료 영상 분석 장치(1000)는 검출된 제1 지점(P1) 및 제2 지점(P2)의 좌표 정보를 획득할 수 있다. 구체적으로 대상 의료 영상은 복수의 셀(예, 픽셀 혹은 복셀)로 구성될 수 있으며, 대상 의료 영상은 셀의 좌표 정보를 포함할 수 있다. 이때, 의료 영상 분석 장치(1000)는 제1 지점(P1)에 대응되는 셀의 좌표에 기초하여 제1 좌표 정보를 획득할 수 있으며, 제2 지점(P2)에 대응되는 셀의 좌표에 기초하여 제2 좌표 정보를 획득할 수 있다.
- [122] 제1 좌표 정보 및 제2 좌표 정보에 기초하여 제1 값을 계산하는 단계(S1330)에서는, 의료 영상 분석 장치(1000)는 제1 좌표 정보 및 제2 좌표 정보에 기초하여 관절 부위의 폭과 관련된 제1 값을 획득할 수 있다. 예컨대, 도 11과 같이 두개의 뼈가 상하로 위치한 대상 의료 영상에서 뼈의 양 끝 지점인 제1 지점(P1)의 제1 좌표 정보(예, $e1(x,y)$)와 제2 지점(P2)의 제2 좌표 정보(예, $e2(x,y)$)를 획득하였다면, 의료 영상 분석 장치(1000)는 유클리디언 거리를 연산하는 방법을 이용하여 관절 부위의 폭과 관련된 제1 값을 $|e1(x,y) - e2(x,y)|$ 으로 연산하도록 구현될 수 있다. 다만, 이는 설명의 예시에 불과하며, 의료 영상 분석 장치(1000)는 대상 의료 영상의 정렬 방향을 고려하여 관절 부위의 폭과 관련된 제1 값을 연산하도록 구현될 수 있을 것이다.
- [123]
- [124] 다시 도 3을 참고하면, 본 출원의 일 실시예에 따른 의료 영상 분석 방법은 관절 간격과 관련된 제2 값을 획득하는 단계(S1400)를 포함할 수 있다.
- [125] 도 12 및 도 13을 참고한다. 도 12은 본 출원의 일 실시예에 따른 관절 간격과 관련된 제2 값을 획득하는 단계(S1400)를 구체화한 순서도이다. 도 13은 본 출원의 일 실시예에 따른 제2 값을 획득하는 일 양상을 도시한 도면이다.
- [126] 본 출원의 일 실시예에 따른 관절 간격과 관련된 제2 값을 획득하는 단계(S1400)는, 관심 구간을 획득하는 단계(S1410), 관심 구간 내에서의 복수의 관절 간격 값을 획득하는 단계(S1420), 및 복수의 관절 간격 값에 기초하여 제2 값을 획득하는 단계(S1430)를 포함할 수 있다.
- [127] 관절 간격 영역 중에서 관심 구간을 획득하는 단계(S1410)에서는, 의료 영상 분석 장치(1000)는 관심 구간을 획득할 수 있다. 일 예로, 의료 영상 분석 장치(1000)는 관절의 상태를 파악하는 데 임상적 중요도가 높은 것으로 알려진 관절 사이 영역을 관심 구간으로 획득할 수 있다. 예컨대, 무릎 관절의 경우에는, 연골이 존재하고 관절염에 의한 심각한 통증과 관련된 영역으로 알려진 구간을 관심 구간으로 획득할 수 있다.
- [128] 일 예로, 관심 구간은 전술한 뼈의 양 끝 지점(예, 제1 지점(P1), 제2 지점(P2)),

뼈의 양 끝 지점 간의 폭(예, 제1 값) 혹은 전술한 임상적으로 중요한 구간의 통계적인 비율 등을 활용하여 자동적으로 획득될 수 있다. 다른 예로, 임의의 입력부를 통하여 사용자는 관심 구간을 입력할 수 있으며, 의료 영상 분석 장치(1000)는 사용자의 입력에 기초하여 관심 구간을 획득할 수 있다.

- [129] 한편, 관심 구간은 여러 개의 하위 구간으로 구분될 수 있으며, 연속적이거나 불연속적일 수 있다.
- [130] 관심 구간 내에서의 복수의 관절 간격 값을 획득하는 단계(S1420)에서는, 의료 영상 분석 장치(1000)는 관심 구간 내에서 적어도 하나의 관절 간격 값을 획득할 수 있다. 예컨대, 의료 영상 분석 장치(1000)는 제1 관심 구간 내에서의 관절 사이 영역의 적어도 하나의 관절 간격 값을 획득할 수 있다. 또한, 의료 영상 분석 장치(1000)는 제2 관심 구간 내에서의 관절 간격 영역의 적어도 하나의 관절 간격 값을 획득할 수 있다.
- [131] 의료 영상 분석 장치(1000)가 관절 간격 값을 획득하는 데에는 관절 간격 영역의 좌표 정보가 이용될 수 있다. 예컨대, 의료 영상 분석 장치(1000)는 관심 구간(예, 제1 관심 구간 혹은 제2 관심 구간) 내의 관절 간격 영역을 정의하는 바운더리의 좌표 정보에 기초하여 관절 간격 값을 획득하도록 구현될 수 있다. 다만, 이는 예시에 불과하며, 의료 영상 분석 장치(1000)는 임의의 적절한 방법을 이용하여 관심 구간 내에서의 관절 간격 값을 획득할 수 있다.
- [132] 복수의 관절 간격 값에 기초하여 제2 값을 획득하는 단계(S1430)에서는, 의료 영상 분석 장치(1000)는 관심 구간 내에서의 대상 관절 간격 영역으로부터 획득한 적어도 하나의 관절 간격 값에 기초하여 관절 간격과 관련된 제2 값을 획득할 수 있다. 예컨대, 의료 영상 분석 장치(1000)는 복수의 관절 간격 값 중 최소값을 관절 간격과 관련된 제2 값으로 획득할 수 있다. 다른 예로, 의료 영상 분석 장치(1000)는 복수의 관절 간격 값들의 평균 값을 관절 간격과 관련된 제2 값으로 획득할 수 있다. 또 다른 예로, 의료 영상 분석 장치(1000)는 복수의 관절 간격 값 중 최소값과 복수의 관절 간격 값의 평균 값에 임의의 적절한 가중치를 부여하여 제2 값을 획득할 수 있다.
- [133]
- [134] 다시 도 3을 참고하면, 본 출원의 일 실시예에 따른 관절의 상태를 나타내는 대상 관절 상태 지표를 산출하는 단계(S1500)를 포함할 수 있다.
- [135] 관절의 상태를 나타내는 대상 관절 상태 지표를 산출하는 단계(S1500)에서는, 의료 영상 분석 장치(1000)는 관절 부위의 폭과 관련된 제1 값 및 관절 간격과 관련된 제2 값에 기초하여 대상 관절 상태 지표를 산출할 수 있다. 일 예로, 의료 영상 분석 장치(1000)는 제2 값의 제1 값에 대한 비율로 정의되는 대상 관절 상태 지표를 연산할 수 있다. 구체적으로, 제2 값이 최소 관절 간격 값인 경우, 의료 영상 분석 장치(1000)는 제1 값(관절 부위의 폭 값) 대비 최소 관절 간격 값을 대상 관절 상태 지표로 연산할 수 있다. 또는 제2 값이 평균 관절 간격 값인 경우, 의료 영상 분석 장치(1000)는 제1 값(관절 부위의 폭 값) 대비 평균 관절 간격

값을 대상 관절 상태 지표로 연산할 수 있다.

- [136] 본 출원의 일 실시예에 따라 획득된 대상 관절 상태 지표는 인종, 성별, 나이 등 여러 외부 인자에 따라 영향을 받는 관절 간격 값을, 관절 부위의 폭과 연계시켜 정량화될 수 있다. 이에 따라, 본 출원의 일 실시예에 따라 획득된 대상 관절 상태 지표는 인종, 성별, 나이 등 여러 외부 인자에 대한 영향이 최소화될 수 있으며 객관적인 관절 상태 정보를 제공할 수 있다.
- [137] 한편, 본 출원의 일 실시예에 따른 의료 영상 분석 장치(1000)는 대상 관절 상태 지표를 정상 관절군의 기준 관절 상태 지표와 비교분석하는 동작을 수행할 수 있다. 구체적으로 의료 영상 분석 장치(1000)는 임의의 데이터베이스로부터 관절 상태 데이터 세트를 획득할 수 있다. 이때, 관절 상태 데이터 세트는 정상 관절을 나타내는 기준 의료 영상, 기준 의료 영상으로부터 산출된 관절 부위의 폭 값, 기준 의료 영상으로부터 산출된 관절 간격 값 등을 포함할 수 있다.
- [138] 의료 영상 분석 장치(1000)는 관절 상태 데이터 세트로부터 정상군의 기준 관절 상태 지표를 산출할 수 있다. 예컨대, 의료 영상 분석 장치(1000)는 정상 관절과 관련된 제1 기준 의료 영상으로부터 제1 관절 상태 지표(예, 관절 부위의 폭 값 대비 최소 관절 간격 값)를 산출하고, 정상 관절과 관련된 제2 기준 의료 영상으로부터 제2 관절 상태 지표(예, 관절 부위의 폭 값 대비 최소 관절 간격 값)를 산출할 수 있다. 또한, 의료 영상 분석 장치(1000)는 제1 관절 상태 지표 및 제2 관절 상태 지표에 기초하여 기준 관절 상태 지표를 산출할 수 있다. 예컨대, 기준 관절 상태 지표는 제1 관절 상태 지표와 제2 관절 상태 지표를 포함하여 정상군의 복수의 관절 상태 지표들의 평균값으로 계산될 수 있다.
- [139] 본 출원의 일 실시예에 따른 의료 영상 분석 장치(1000)는 대상 관절 상태 지표를 기준 관절 상태 지표와 비교하여 정량화할 수 있다. 일 예로, 의료 영상 분석 장치(1000)는 기준 관절 상태 지표 대비 대상 관절 상태 지표의 감소율을 연산할 수 있다. 일 예로, 감소율은 $((\text{기준 관절 상태 지표} - \text{대상 관절 상태 지표}) / \text{기준 관절 상태 지표}) * 100$ 로 정의될 수 있다. 예컨대, 정상군들의 관절 상태 지표의 평균 값인 기준 관절 상태 지표(예컨대, 관절 부위의 폭 값 대비 최소관절간격값)가 0.22이고, 대상 관절 상태 지표(예컨대, 관절 폭 부위의 값 대비 최소관절간격값)가 0.055라면, 감소율은 약 75%로 연산될 수 있다. 다시 말해, 의료 영상 분석 장치(1000)는 분석 대상자의 관절 상태가 정상 관절 대비 감소율이 75%로 정상 관절 대비 관절 간격이 좁아진 상태임을 나타내는 감소율을 정량화할 수 있다.
- [140] 다른 예를 들어, 정상군들의 무릎의 관절 상태 지표의 평균 값인 기준 관절 상태 지표(예컨대, 관절 부위의 폭 값 대비 최소관절간격값)가 0.06이고, 대상 관절 상태 지표(예컨대, 관절 폭 부위의 값 대비 최소관절간격값)가 0.015라면, 감소율은 약 75%로 연산될 수 있다. 다시 말해, 의료 영상 분석 장치(1000)는 분석 대상자의 무릎의 관절 상태가 정상 무릎 관절 대비 감소율이 75%로, 정상 무릎 관절 대비 분석 대상자의 무릎 관절 간격이 좁아진 상태임을 나타내는

감소율을 정량화할 수 있다. 다만 상술한 수치들은 설명의 편의를 위한 예시에 불과하며, 이에 제한해석되지 않는다.

- [141] 이러한 비교 분석을 통하여 본 출원의 일 실시예에 따른 의료 영상 분석 장치(1000)는 동일인의 관절 간의 상태를 비교하거나 시간에 따른 관절 상태의 변화를 분석할 수 있다. 또한, 다른 의료 영상 분석 장치(1000)는 타인 간의 관절 상태를 정량화하여 분석 대상자의 관절 상태에 대한 정보를 제공할 수 있다.
- [142] 한편 도시하지는 않았지만, 본 출원의 일 실시예에 따른 의료 영상 분석 장치(1000)는 임의의 출력부를 통하여 관절 상태 정보 또는 정상군과의 비교 분석 결과를 출력할 수 있다. 혹은 본 출원의 일 실시예에 따른 의료 영상 분석 장치(1000)는 획득한 대상 관절 상태 지표 또는 정상군과의 비교 분석 결과를 의료 영상 획득 장치(100)를 포함한 임의의 외부 장치로 송신할 수 있다. 대상 관절 상태 지표 또는 정상군과의 비교 분석 결과를 수신한 임의의 외부 장치는, 임의의 출력부를 통하여 관절 상태 정보 또는 정상군과의 비교 분석 결과를 출력할 수 있다.
- [143] 본 출원의 실시예에 따른 의료 영상 분석 방법, 장치 및 시스템에 의하면, 체형, 인종, 성별 등의 외부 요인의 영향을 최소화한 객관적인 관절 상태 정보를 제공할 수 있다. 또한, 본 출원의 실시예에 따른 의료 영상 분석 방법, 장치 및 시스템에 의하면, 객관적인 관절 상태 정보에 기초하여 관절 상태를 보다 정확하게 추정할 수 있다.
- [144] 상술한 의료 영상 분석 장치(1000)의 다양한 동작들은 의료 영상 분석 장치(1000)의 메모리(1200)에 저장될 수 있으며, 의료 영상 분석 장치(1000)의 컨트롤러(1300)는 메모리(1200)에 저장된 동작들을 수행하도록 제공될 수 있다.
- [145] 이상에서 실시 형태들에 설명된 특징, 구조, 효과 등은 본 발명의 적어도 하나의 실시 형태에 포함되며, 반드시 하나의 실시 형태에만 한정되는 것은 아니다. 나아가, 각 실시 형태에서 예시된 특징, 구조, 효과 등은 실시 형태들이 속하는 분야의 통상의 지식을 가지는 자에 의해 다른 실시 형태들에 대해서도 조합 또는 변형되어 실시 가능하다. 따라서 이러한 조합과 변형에 관계된 내용들은 본 발명의 범위에 포함되는 것으로 해석되어야 할 것이다.
- [146] 또한, 이상에서 실시 형태를 중심으로 설명하였으나 이는 단지 예시일 뿐 본 발명을 한정하는 것이 아니며, 본 발명이 속하는 분야의 통상의 지식을 가진 자라면 본 실시 형태의 본질적인 특성을 벗어나지 않는 범위에서 이상에 예시되지 않은 여러 가지의 변형과 응용이 가능함을 알 수 있을 것이다. 즉, 실시 형태에 구체적으로 나타난 각 구성 요소는 변형하여 실시할 수 있는 것이다. 그리고 이러한 변형과 응용에 관계된 차이점들은 첨부된 청구 범위에서 규정하는 본 발명의 범위에 포함되는 것으로 해석되어야 할 것이다.

청구범위

- [청구항 1] 의료 영상을 획득하고, 의료 영상에 기초하여 관절의 형태학적 분석을 수행하는 장치가 의료 영상을 분석하는 방법에 있어서, 상기 방법은, 대상 의료 영상을 획득하는 단계;
상기 대상 의료 영상으로부터 대상 관절 간격 영역을 검출하는 단계;
상기 대상 의료 영상으로부터 관절 부위의 폭과 관련된 제1 값을 획득하는 단계;
상기 대상 관절 간격 영역으로부터 관절 간격과 관련된 제2 값을 획득하는 단계; 및
상기 제1 값 및 상기 제2 값에 기초하여, 관절의 상태를 나타내는 대상 관절 상태 지표를 산출하는 단계;를 포함하는,
의료 영상 분석 방법.
- [청구항 2] 제1 항에 있어서,
상기 대상 관절 간격 영역을 검출하는 단계는,
상기 대상 의료 영상으로부터 관심 영역을 검출하는 단계; 및
상기 관심 영역에 대한 세그멘테이션을 수행하여 상기 관심 영역에 포함된 상기 대상 관절 간격 영역을 획득하는 단계;를 포함하는,
의료 영상 분석 방법.
- [청구항 3] 제2 항에 있어서,
상기 관심 영역은, 의료 영상을 수신하여 관절 부위를 포함한 영역을 출력하도록 학습된 제1 신경망 모델을 이용하여 획득되는,
의료 영상 분석 방법.
- [청구항 4] 제3 항에 있어서,
상기 세그멘테이션은, 관심 영역을 포함하는 의료 영상을 수신하여 관절 간격 영역을 출력하도록 학습된 제2 신경망 모델을 이용하여 수행되는,
의료 영상 분석 방법.
- [청구항 5] 제1 항에 있어서,
상기 제1 값을 획득하는 단계는,
상기 대상 의료 영상으로부터 뼈 영역과 뼈의 외측 영역 간의 경계에 인접한 제1 지점 및 제2 지점을 검출하는 단계;
상기 제1 지점의 제1 좌표 정보 및 상기 제2 지점의 제2 좌표 정보를 획득하는 단계; 및
상기 제1 좌표 정보 및 상기 제2 좌표 정보에 기초하여 상기 제1 값을 계산하는 단계;를 포함하는,
의료 영상 분석 방법.
- [청구항 6] 제5 항에 있어서,
상기 제1 지점 및 상기 제2 지점은,

상기 대상 의료 영상에 포함된 상기 뼈 영역의 밝기와 상기 뼈의 외측 영역의 밝기의 차이에 기초하여 획득되는,
의료 영상 분석 방법.

- [청구항 7] 제5 항에 있어서,
상기 제1 지점 및 상기 제2 지점은,
상기 뼈 영역 및 상기 뼈의 외측 영역을 포함하는 의료 영상을 수신하여
상기 제1 지점에 대응되는 제1 영역 및 상기 제2 지점에 대응되는 제2
영역을 출력하도록 학습된 신경망 모델을 통하여 획득되는,
의료 영상 분석 방법.
- [청구항 8] 제1 항에 있어서,
상기 제2 값을 획득하는 단계는,
상기 관절 간격 영역 중에서 관심 구간을 획득하는 단계;
상기 관심 구간 내에서의 복수의 관절 간격 값을 획득하는 단계; 및
상기 복수의 관절 간격 값에 기초하여 상기 제2 값을 획득하는 단계;를
포함하는,
의료 영상 분석 방법.
- [청구항 9] 제8 항에 있어서,
상기 제2 값은,
상기 복수의 관절 간격 값 중 최소 값이거나 상기 복수의 관절 간격 값의
평균 값인,
의료 영상 분석 방법.
- [청구항 10] 제1 항에 있어서,
상기 대상 관절 상태 지표는 상기 제2 값의 상기 제1 값에 대한 비율로
정의되는,
의료 영상 분석 방법.
- [청구항 11] 컴퓨터에 제1 항 내지 제10 항 중 어느 하나의 항에 따른 방법을
실행시키기 위한 프로그램을 기록한 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록 매체.
- [청구항 12] 의료 영상을 분석하여 관절의 상태와 관련된 정보를 연산하는 의료 영상
분석 장치에 있어서, 상기 의료 영상 분석 장치는,
대상 의료 영상을 획득하는 영상 획득부; 및
상기 대상 의료 영상에 기초하여 관절 상태 정보를 제공하는 컨트롤러;를
포함하되,
상기 컨트롤러는,
대상 의료 영상을 획득하고, 상기 대상 의료 영상으로부터 대상 관절 간격
영역을 검출하고, 상기 대상 의료 영상으로부터 관절 부위의 폭과 관련된
제1 값을 획득하고, 상기 대상 관절 간격 영역으로부터 관절 간격과
관련된 제2 값을 획득하고, 상기 제1 값 및 상기 제2 값에 기초하여,
관절의 상태를 나타내는 대상 관절 상태 지표를 산출하도록 구성된,

의료 영상 분석 장치.