



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2022-0164361
(43) 공개일자 2022년12월13일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
A61B 6/00 (2006.01) G06N 3/04 (2006.01)
G06N 3/08 (2006.01) G16H 30/40 (2018.01)
G16H 50/20 (2018.01) G16H 50/30 (2018.01)
(52) CPC특허분류
A61B 6/5217 (2020.08)
A61B 6/505 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2021-0073044
(22) 출원일자 2021년06월04일
심사청구일자 2021년06월04일

(71) 출원인
에이치엔비지노믹스 주식회사
울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50, 경영관
706-1호
울산과학기술원
울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50
(72) 발명자
홍정한
울산광역시 울주군 언양읍 반천강변길 51 현대아
파트 103동 1209호
(74) 대리인
강민호

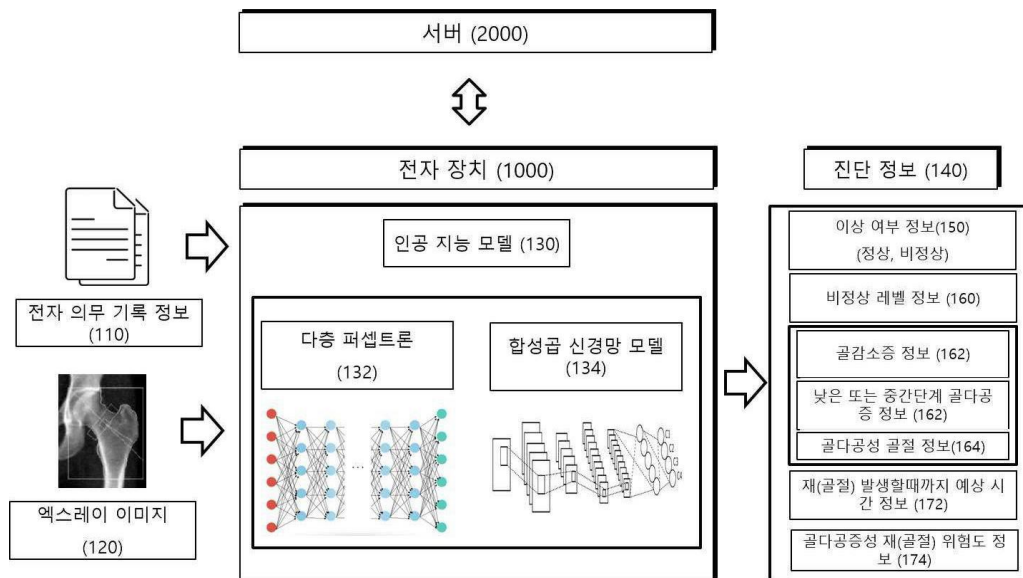
전체 청구항 수 : 총 18 항

(54) 발명의 명칭 DXA 스캔 이미지 및 임상 공변량에 기초하여 학습된 딥러닝 모델을 이용한 골다공증 위험도 예측 방법 및 장치

(57) 요약

본 개시는 진단 대상자의 골다공증 및 골다공증성 골절 위험도를 진단하는 방법 및 이를 수행하는 전자 장치에 관한 것이다. 일 실시 예에 의하면, 전자 장치가 진단 대상자의 골다공증 및 골다공증성 골절 위험도를 진단하는 방법은 상기 진단 대상자의 임상 공변량 정보를 획득하는 단계; 상기 진단 대상자의 신체 조직에 관한 엑스레이 이미지를 획득하는 단계; 상기 임상 공변량 정보 및 상기 엑스레이 이미지를 전처리 하는 단계; 상기 전처리된 임상 공변량 정보 및 상기 엑스레이 이미지가 입력되면, 상기 진단 대상자의 골다공증 및 골다공증성 골절 위험도에 관한 진단 정보를 출력하는 인공 지능 모델에, 상기 전처리된 임상 공변량 정보 및 상기 엑스레이 이미지를 입력함으로써 상기 진단 정보를 획득하는 단계; 및 상기 획득된 진단 정보를 출력하는 단계; 를 포함할 수 있다.

대표도



(52) CPC특허분류

A61B 6/5294 (2013.01)

G06N 3/0427 (2013.01)

G06N 3/08 (2013.01)

G16H 30/40 (2018.01)

G16H 50/20 (2018.01)

G16H 50/30 (2018.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	0016195
과제번호	P0016195
부처명	중소벤처기업부
과제관리(전문)기관명	한국산업기술진흥원
연구사업명	규제자유특구혁신사업 실증 및 기술개발 사업
연구과제명	지능형 오믹스 빅데이터 기반 질병 예측 및 진단 마커 개발 실증
기 여 율	1/1
과제수행기관명	에이치앤비지노믹스(주)
연구기간	2021.01.01 ~ 2022.11.30

명세서

청구범위

청구항 1

전자 장치가 진단 대상자의 골다공증 및 골다공증성 골절 위험도를 진단하는 방법에 있어서,
 상기 진단 대상자의 임상 공변량 정보를 획득하는 단계;
 상기 진단 대상자의 신체 조직에 관한 엑스레이 이미지를 획득하는 단계;
 상기 임상 공변량 정보 및 상기 엑스레이 이미지를 전처리 하는 단계;
 상기 전처리된 임상 공변량 정보 및 상기 엑스레이 이미지가 입력되면, 상기 진단 대상자의 골다공증 및 골다공증성 골절 위험도에 관한 진단 정보를 출력하는 인공 지능 모델에, 상기 전처리된 임상 공변량 정보 및 상기 엑스레이 이미지를 입력함으로써 상기 진단 정보를 획득하는 단계; 및
 상기 획득된 진단 정보를 출력하는 단계; 를 포함하는, 방법.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 임상 공변량 정보를 획득하는 단계는
 상기 진단 대상자의 식별 정보를 획득하는 단계;
 상기 획득된 식별 정보에 매칭되는 상기 진단 대상자의 전자 의무 기록 정보를 획득하는 단계; 및
 상기 전자 의무 기록 정보에 기초하여 상기 임상 공변량 정보를 획득하는 단계; 를 포함하는, 방법.

청구항 3

제2항에 있어서, 상기 전자 의무 기록 정보를 획득하는 단계는
 상기 진단 대상자의 신체 특징들에 대한 기본 임상 정보, 상기 진단 대상자에 대해 수행된 임상 시험 결과에 관한 임상 측정 정보, 상기 진단 대상자의 과거 진단 이력에 관한 진료 정보 또는 상기 진단 대상자에게 처방된 약물 처방 정보 중 적어도 하나를 상기 전자 의무 기록 정보로 획득하는 단계; 를 포함하는, 방법.

청구항 4

제3항에 있어서,
 상기 기본 임상 정보는 상기 진단 대상자의 이니셜 정보, 나이 정보, 생년 월일 정보, 성별 정보, 종족 정보, 신장 정보 또는 체중 정보 중 적어도 하나를 포함하고,
 상기 임상 측정 정보는 상기 진단 대상자의 혈압 정보, 혈액 검사 정보, 혈당 정보, 칼슘 정보, 비타민 D 정보, 갑상선 및 부갑상선 호르몬 수치 정보 또는 다중 오믹스 정보 중 적어도 하나를 포함하며,
 상기 진료 정보는 상기 진단 대상자의 주소 정보, 상병 내역 정보, 이전 병력 정보, 처방전 교부 상세 내역 정보, 검사명 정보, 검사 결과 정보 또는 치료명 정보 중 적어도 하나를 포함하고,
 상기 약물 처방 정보는 상기 진단 대상자에 대해 처방된 투약 처방 기록 정보를 포함하는 것을 특징으로 하는, 방법.

청구항 5

제1항에 있어서, 상기 엑스레이 이미지를 획득하는 단계는
 상기 진단 대상자의 척추 및 대퇴골을 포함하는 신체 부위 중 적어도 일부 신체 영역 별로 엑스레이 이미지를 획득하는 단계; 를 포함하고,
 상기 진단 정보를 획득하는 단계는

상기 진단 대상자의 일부 신체 영역 별로, 상기 골다공증 및 상기 골다공증성 골절 위험도에 관한 진단 정보를 획득하는 단계; 를 포함하는, 방법.

청구항 6

제1항에 있어서, 상기 전처리 하는 단계는

상기 엑스레이 이미지로부터 상기 진단 대상자의 신체 조직 중 일부를 포함하는 관심 영역을 추출하는 단계;

상기 추출된 관심 영역의 해상도 정보를 미리 설정된 해상도 정보로 업스케일링함으로써 초해상화 처리하는 단계; 및

상기 초해상화 처리된 엑스레이 이미지의 관심 영역에 대한 이미지 데이터를 정규화 하는 단계; 를 포함하는, 방법.

청구항 7

제6항에 있어서, 상기 전처리 하는 단계는

상기 임상 공변량 정보를 부호화하는 단계; 및

상기 부호화된 임상 공변량 정보 및 상기 추출된 관심 영역에 대한 이미지 데이터 사이에 오버피팅이 되지 않도록 가중치를 부여함으로써 정규화 하는 단계; 를 포함하는, 방법.

청구항 8

제6항에 있어서, 상기 진단 정보를 획득하는 단계는

상기 인공 지능 모델로부터, 상기 진단 대상자가 상기 골다공증 질환에 대해 정상인지 또는 비정상인지 여부를 나타내는 이상 여부 정보를 획득하는 단계;

상기 진단 대상자의 상기 골다공증 질환 정도으로써 골감소증 정보, 낮은 골밀도 정보, 중간 단계 골다공증 정보 또는 골다공증성 골절 정보 중 적어도 하나를 포함하는 비정상 레벨 정보를 획득하는 단계;

상기 진단 대상자에 대한 골절 또는 재골절이 발생할 때까지의 예상 시간 정보를 획득하는 단계; 및

상기 진단 대상자의 골다공증성 골절 또는 재골절 위험도 정보를 획득하는 단계; 를 포함하는, 방법.

청구항 9

제8항에 있어서, 상기 전처리 하는 단계는

상기 인공 지능 모델로부터 출력되는 골절 또는 재골절이 발생할 때까지의 예상 시간 정보 및 상기 골절 또는 재골절 위험도 정보에 대해, 상기 진단 대상자의 나이 정보, 종족 정보, 체질량지수(BMI) 정보, 고혈압 정보, 제2형 당뇨병 정보, 갑상선 및 부갑상선 기능항진증 정보, 성선 기능저하증 정보, 만성 신부전증 또는 다중 오믹스 정보 중 적어도 하나를 포함하는 교란 변수의 영향이 통제되도록 상기 임상 공변량 정보에 가중치를 부여함으로써 정규화 하는 단계; 를 포함하는, 방법.

청구항 10

제1항에 있어서, 상기 획득된 진단 정보를 출력하는 단계는

상기 진단 정보를 시각화 함으로써 시각 진단 정보를 생성하는 단계; 및

상기 생성된 시각 진단 정보 및 상기 획득된 진단 정보를 함께 출력하는 단계; 를 포함하는, 방법.

청구항 11

제1항에 있어서, 상기 방법은

상기 인공 지능 모델을 학습시키기 위한 엑스레이 학습 이미지 및 임상 공변량 학습 정보를 획득하는 단계;

상기 엑스레이 학습 이미지 및 상기 임상 공변량 학습 정보를 전처리하는 단계; 및

상기 전처리된 엑스레이 학습 이미지 및 상기 임상 공변량 학습 정보에 기초하여 상기 인공 지능 모델을 학습시

키는 단계; 를 더 포함하는, 방법.

청구항 12

제11항에 있어서, 상기 엑스레이 학습 이미지 및 상기 임상 공변량 학습 정보를 전처리 하는 단계는

상기 엑스레이 학습 이미지로부터 상기 진단 대상자의 신체 조직 중 일부를 포함하는 관심 영역을 추출하는 단계;

상기 엑스레이 학습 이미지로부터 추출된 관심 영역의 해상도 정보를 미리 설정된 해상도 정보로 업스케일링함으로써 초해상화 처리하는 단계; 및

상기 초해상화 처리된 엑스레이 학습 이미지의 관심 영역에 대한 이미지를 정규화하는 단계; 를 포함하는, 방법.

청구항 13

제12항에 있어서, 상기 엑스레이 학습 이미지 및 상기 임상 공변량 학습 정보를 전처리 하는 단계는

상기 임상 공변량 학습 정보를 부호화 하는 단계; 및

상기 부호화된 임상 공변량 학습 정보 및 상기 엑스레이 학습 이미지로부터 추출된 관심 영역에 대한 이미지 데이터 사이에 오버피팅이 되지 않도록 가중치를 부여함으로써 정규화 하는 단계; 를 포함하는, 방법.

청구항 14

제11항에 있어서, 상기 인공 지능 모델을 학습시키는 단계는

상기 전처리된 엑스레이 학습 이미지로부터 골밀도 정보를 획득하는 단계;

상기 골밀도 정보에 기초하여 골밀도에 관한 T-점수 정보를 획득하는 단계;

상기 전처리된 임상 공변량 학습 정보 중, 상기 엑스레이 학습 이미지에 매칭 가능한 매칭 임상 공변량 학습 정보를 레이블링 정보로 생성하는 단계;

상기 생성된 레이블링 정보를 이용하여 상기 엑스레이 학습 이미지를 레이블링하는 단계; 및

상기 레이블링된 엑스레이 학습 이미지에 기초하여 상기 인공 지능 모델을 학습시키는 단계; 를 포함하는, 방법.

청구항 15

제11항에 있어서, 상기 방법은

상기 학습된 인공 지능 모델로부터 출력되는 진단 정보를 검증하는 단계; 및

상기 검증 결과에 기초하여, 상기 인공 지능 모델을 재 학습하는 단계; 를 더 포함하는, 방법.

청구항 16

진단 대상자의 골다공증 위험도를 진단하는 전자 장치에 있어서,

네트워크 인터페이스;

하나 이상의 인스트럭션을 저장하는 메모리; 및

상기 하나 이상의 인스트럭션을 실행하는 적어도 하나의 프로세서; 를 포함하고,

상기 적어도 하나의 프로세서는

상기 진단 대상자의 임상 공변량 정보를 획득하고,

상기 진단 대상자의 신체 조직에 관한 엑스레이 이미지를 획득하고,

상기 임상 공변량 정보 및 상기 엑스레이 이미지를 전처리 하고,

상기 전처리된 임상 공변량 정보 및 상기 엑스레이 이미지가 입력되면, 상기 진단 대상자의 골다공증 및 골다공

증성 골절 위험도에 관한 진단 정보를 출력하는 인공 지능 모델에, 상기 전처리된 임상 공변량 정보 및 상기 엑스레이 이미지를 입력함으로써 상기 진단 정보를 획득하고,

상기 획득된 진단 정보를 출력하는, 전자 장치.

청구항 17

제16항에 있어서, 상기 적어도 하나의 프로세서는

상기 인공 지능 모델을 학습시키기 위한 엑스레이 학습 이미지 및 임상 공변량 학습 정보를 획득하고,

상기 엑스레이 학습 이미지 및 상기 임상 공변량 학습 정보를 전처리하고,

상기 전처리된 엑스레이 학습 이미지 및 상기 임상 공변량 학습 정보에 기초하여 상기 인공 지능 모델을 학습시키는, 전자 장치.

청구항 18

전자 장치가 진단 대상자의 골다공증 및 골다공증성 골절 위험도를 진단하는 방법에 있어서,

상기 진단 대상자의 임상 공변량 정보를 획득하는 단계;

상기 진단 대상자의 신체 조직에 관한 엑스레이 이미지를 획득하는 단계;

상기 임상 공변량 정보 및 상기 엑스레이 이미지를 전처리 하는 단계;

상기 전처리된 임상 공변량 정보 및 상기 엑스레이 이미지가 입력되면, 상기 진단 대상자의 골다공증 및 골다공증성 골절 위험도에 관한 진단 정보를 출력하는 인공 지능 모델에, 상기 전처리된 임상 공변량 정보 및 상기 엑스레이 이미지를 입력함으로써 상기 진단 정보를 획득하는 단계; 및

상기 획득된 진단 정보를 출력하는 단계; 를 포함하는, 방법을 컴퓨터에서 실행시키기 위한 프로그램을 기록한 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록 매체.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 개시는 골다공증 질환을 분석하는 방법 및 이를 수행하는 전자 장치에 관한 것이다. 보다 상세하게는 인공 지능 모델을 이용하여 골다공증 질환을 분석하는 방법 및 이를 수행하는 전자 장치에 관한 것이다.

[0002] 본 출원은 중소벤처기업부의 규제자유특구혁신사업육성 지원에 따른 연구에 의해 수행되었습니다. (This work was supported by the Promotion of Innovative Businesses for Regulation-Free Special Zones funded by the Ministry of SMEs and Startups (MSS, Korea)).

[0003] 또한, 본 출원은 중소벤처기업부의 규제자유특구실증기반조성 지원에 따른 연구에 의해 수행되었습니다. (This work was supported by the Establishment of Demonstration Infrastructure for Regulation-Free Special Zones funded by the Ministry of SMEs and Startups (MSS, Korea))

배경 기술

[0004] IOT, 빅데이터, 클라우드, 인공지능 기술이 전 산업분야에서 연구 및 적용되고 있다. 이러한 기술발달에 힘입어 의료계에서도 빅데이터 및 인공지능 기술을 적용함으로써 질환을 효과적으로 처리하기 위한 연구들이 활발하게 진행되고 있다.

[0005] 골다공증은 연령 증가에 따라 비례하여 발병률이 상승하는 대표적인 질환으로, 골다공증은 골밀도(BMD) 측정기를 통하여 T-점수가 -2.5이하인 경우 골다공증 질환으로 진단될 수 있다.

[0006] 골다공증 질환을 진단하기 위해 DXA(Dual-Energy X-ray Absorptiometry) 스캔 이미지가 사용될 수 있고, DXA 스캔 이미지를 통한 골밀도 측정은 골다 공증 및 골다공성 골절 진단을 위한 가장 기본적인 도구이다. 그러나, DXA 스캔 이미지를 통한 일반적인 골다공증 및 골다공증성 골절 진단 방법들은 환자를 진단하는 의사의 주관적인 판단에 의존하거나, 객관적인 기준의 부재로 인하여 그 정확도에 한계가 있다.

[0007] 따라서, 인공지능 모델 및 환자의 임상 공변량 정보를 융합함으로써 골다공증 및 골다공증성 골절 위험도를 정확하게 진단하기 위한 기술 개발이 요구되고 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0008] (특허문헌 0001) 한국등록특허 제10-2185760호

발명의 내용

해결하려는 과제

[0009] 일 실시 예에 따르면, 진단 대상자의 골다공증 및 골다공증성 골절 위험도를 진단하는 방법 및 장치가 제공될 수 있다.

[0010] 일 실시 예에 의하면, 인공 지능 모델을 이용하여 진단 대상자의 골다공증 및 골다공증성 골절 위험도를 진단하는 방법 및 장치가 제공될 수 있다.

과제의 해결 수단

[0011] 상술한 기술적 과제를 달성하기 위한 본 개시의 일 실시 예에 따라, 전자 장치가 진단 대상자의 골다공증 및 골다공증성 골절 위험도를 진단하는 방법에 있어서, 상기 진단 대상자의 임상 공변량 정보를 획득하는 단계; 상기 진단 대상자의 신체 조직에 관한 엑스레이 이미지를 획득하는 단계; 상기 임상 공변량 정보 및 상기 엑스레이 이미지를 전처리 하는 단계; 상기 전처리된 임상 공변량 정보 및 상기 엑스레이 이미지가 입력되면, 상기 진단 대상자의 골다공증 및 골다공증성 골절 위험도에 관한 진단 정보를 출력하는 인공 지능 모델에, 상기 전처리된 임상 공변량 정보 및 상기 엑스레이 이미지를 입력함으로써 상기 진단 정보를 획득하는 단계; 및 상기 획득된 진단 정보를 출력하는 단계; 를 포함하는, 방법이 제공될 수 있다.

[0012] 상술한 기술적 과제를 달성하기 위한 본 개시의 또 다른 실시 예에 따라, 진단 대상자의 골다공증 위험도를 진단하는 전자 장치에 있어서, 네트워크 인터페이스; 하나 이상의 인스트럭션을 저장하는 메모리; 및 상기 하나 이상의 인스트럭션을 실행하는 적어도 하나의 프로세서; 를 포함하고, 상기 적어도 하나의 프로세서는 상기 진단 대상자의 임상 공변량 정보를 획득하고, 상기 진단 대상자의 신체 조직에 관한 엑스레이 이미지를 획득하고, 상기 임상 공변량 정보 및 상기 엑스레이 이미지를 전처리 하고, 상기 전처리된 임상 공변량 정보 및 상기 엑스레이 이미지가 입력되면, 상기 진단 대상자의 골다공증 및 골다공증성 골절 위험도에 관한 진단 정보를 출력하는 인공 지능 모델에, 상기 전처리된 임상 공변량 정보 및 상기 엑스레이 이미지를 입력함으로써 상기 진단 정보를 획득하고, 상기 획득된 진단 정보를 출력하는, 전자 장치가 제공될 수 있다.

[0013] 상술한 기술적 과제를 달성하기 위한 본 개시의 또 다른 실시 예에 따라, 전자 장치가 진단 대상자의 골다공증 및 골다공증성 골절 위험도를 진단하는 방법에 있어서, 상기 진단 대상자의 임상 공변량 정보를 획득하는 단계; 상기 진단 대상자의 신체 조직에 관한 엑스레이 이미지를 획득하는 단계; 상기 임상 공변량 정보 및 상기 엑스레이 이미지를 전처리 하는 단계; 상기 전처리된 임상 공변량 정보 및 상기 엑스레이 이미지가 입력되면, 상기 진단 대상자의 골다공증 및 골다공증성 골절 위험도에 관한 진단 정보를 출력하는 인공 지능 모델에, 상기 전처리된 임상 공변량 정보 및 상기 엑스레이 이미지를 입력함으로써 상기 진단 정보를 획득하는 단계; 및 상기 획득된 진단 정보를 출력하는 단계; 를 포함하는, 방법을 컴퓨터에서 실행시키기 위한 프로그램을 기록한 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록 매체가 제공될 수 있다.

발명의 효과

[0014] 일 실시 예에 의하면, 진단 대상자의 골다공증 및 골다공증성 골절 위험도를 정확하게 진단할 수 있다.

[0015] 일 실시 예에 의하면, 골밀도 검사를 보완함으로써, 골다공증 및 골다공증성 질환 진단을 신속하게 수행할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0016] 도 1은 일 실시 예에 따른 저자 장치가 진단 대상자의 골다공증 및 골다공증성 골절 위험도를 진단하는 과정을 개략적으로 설명하기 위한 도면이다.
- 도 2는 일 실시 예에 따른 전자 장치가 진단 대상자의 골다공증 및 골다공증성 골절 위험도를 진단하는 방법의 흐름도이다.
- 도 3은 일 실시 예에 따라 전자 장치가 획득하는 DXA 자료 및 전자 의무 기록 정보를 설명하기 위한 도면이다.
- 도 4는 일 실시 예에 따라 전자 장치가 획득하는 전자 의무 기록 정보의 구체적인 예를 설명하기 위한 도면이다.
- 도 5는 일 실시 예에 따라, 요추부 및 근위 대퇴부의 골밀도 검사를 받은 환자들을 그룹화 한 예를 설명하기 위한 도면이다.
- 도 6은 일 실시 예에 따라, 골다공증 발생 위험률 및 골다공증 발생 사건의 수를 설명하기 위한 도면이다.
- 도 7은 일 실시 예에 따라, 전자 장치가 인공 지능 모델을 학습시키는 과정을 설명하기 위한 도면이다.
- 도 8은 일 실시 예에 따라, 골다공증 및 골다공증성 골절 위험도를 진단하는 전자 장치의 블록도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0017] 본 명세서에서 사용되는 용어에 대해 간략히 설명하고, 본 개시에 대해 구체적으로 설명하기로 한다.
- [0018] 본 개시에서 사용되는 용어는 본 개시에서의 기능을 고려하면서 가능한 현재 널리 사용되는 일반적인 용어들을 선택하였으나, 이는 당 분야에 종사하는 기술자의 의도 또는 관례, 새로운 기술의 출현 등에 따라 달라질 수 있다. 또한, 특정한 경우는 출원인이 임의로 선정한 용어도 있으며, 이 경우 해당되는 발명의 설명 부분에서 상세히 그 의미를 기재할 것이다. 따라서 본 개시에서 사용되는 용어는 단순한 용어의 명칭이 아닌, 그 용어가 가지는 의미와 본 개시의 전반에 걸친 내용을 토대로 정의되어야 한다.
- [0019] 여기에 설명되고 예시되는 각 실시예는 그것의 상보적인 실시예도 포함한다. 본 명세서에서 '및/또는' 이란 표현은 전후에 나열된 구성요소들 중 적어도 하나를 포함하는 의미로 사용된다. 명세서 전체에 걸쳐서 동일한 참조번호로 표시된 부분들은 동일한 구성요소들을 나타낸다.
- [0020] 명세서 전체에서 어떤 부분이 어떤 구성요소를 "포함"한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성요소를 더 포함할 수 있음을 의미한다. 또한, 명세서에 기재된 "...부", "모듈" 등의 용어는 적어도 하나의 기능이나 동작을 처리하는 단위를 의미하며, 이는 하드웨어 또는 소프트웨어로 구현되거나 하드웨어와 소프트웨어의 결합으로 구현될 수 있다.
- [0021] 아래에서는 첨부한 도면을 참고하여 본 개시의 실시예에 대하여 본 개시가 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 상세히 설명한다. 그러나 본 개시는 여러 가지 상이한 형태로 구현될 수 있으며 여기에서 설명하는 실시예에 한정되지 않는다. 그리고 도면에서 본 개시를 명확하게 설명하기 위해서 설명과 관계없는 부분은 생략하였으며, 명세서 전체를 통하여 유사한 부분에 대해서는 유사한 도면 부호를 붙였다.
- [0022] 도 1은 일 실시 예에 따른 저자 장치가 진단 대상자의 골다공증 및 골다공증성 골절 위험도를 진단하는 과정을 개략적으로 설명하기 위한 도면이다.
- [0023] 일 실시 예에 의하면, 전자 장치(1000)는 전자 의무 기록 정보(110) 및 엑스레이 이미지(120)를 획득하고, 획득된 전자 의무 기록 정보(110) 및 엑스레이 이미지(120)를 분석함으로써 진단 정보(140)를 출력할 수 있다. 예를 들어, 전자 장치(1000)는 진단 대상자의 전자 의무 기록 정보(110) 및 엑스레이 이미지(120)를 인공 지능 모델(130)을 이용하여 분석함으로써 진단 정보(140)를 출력할 수 있다.
- [0024] 골다공증은 연령 증가에 비례하여 발병률이 상승하는 대표적인 질환으로써, 종래 골다공증 진단은 DXA 스캔 이미지를 기반으로 T-점수 내지 Z-점수를 지표로 하여 수행되었다. DXA 스캔에 의한 골밀도 측정 방법은 T-점수 산출을 위해 인종, 성별, 연령, 신장, 체중으로 한정되어 통계학적 자료가 축적된다. 그러나, DXA 스캔에 의한 골밀도 측정방법은 통계학적 지표에 한계가 있으며, 따라서, 골다공증의 정확도 진단에 한계가 있고, 나아가 기타 교란 변수들에 의해 영향을 받기 쉬운 단점이 있다. 그러나, 본 개시에 따른 전자 장치(1000)는 다층 퍼셉트론(Multi-Layer Perceptron)(132) 및 합성곱 신경망 모델(134)을 포함하는 인공 지능 모델(130)을 이용하여 진단 대상자의 엑스레이 이미지(120)를 분석하기 때문에 진단 대상자의 골다공증 질환을 정확하게 분석할 수 있다.

다.

- [0025] 또한, 일 실시 예에 의하면, 전자 장치(1000)는 진단 대상자의 전자 의무 기록 정보(110)로부터, 임상 공변량 정보를 획득하고, 임상 공변량 정보 및 진단 대상자의 엑스레이 이미지를 함께 분석함으로써 진단 대상자의 골다공증에 관한 정보를 정확하게 분석할 수 있다. 일 실시 예에 의하면, 전자 장치(1000)는 인공 지능 모델(130)을 이용하여 진단자의 엑스레이 이미지(120)를 분석함으로써, 골다공증의 이상 여부뿐만 아니라, 골다공증성 골절 위험도 내지 위험확률 정보를 출력할 수 있다.
- [0026] 일 실시 예에 의하면, 전자 장치(1000)가 제공하는 진단 정보(140)는 골다공증 이상 여부 정보(150), 골다공증 질환의 정도로서 골감소증 정보(162), 낮은 또는 중간단계 골다공증 정보(162), 골다공증 골절 정보(164)를 포함하는 비정상 레벨 정보(160), 재(골절)발생할 때까지의 예상 시간 정보(172) 또는 골다공증성 재(골절)위험도 정보(174)중 적어도 하나를 포함할 수도 있다.
- [0027] 또한, 일 실시 예에 의하면, 전자 장치(1000)는 진단 대상자의 신체 영역 또는 신체 부위 별 골다공증을 진단하고, 신체 부위 별 진단 결과를 진단 정보(140)로써 출력할 수도 있다.
- [0028] 또한, 일 실시 예에 의하면, 전자 장치(1000)는 서버(2000)와 연동함으로써, 진단 대상자에 대한 전자 의무 기록 정보(110) 및 엑스레이 이미지(120)를 획득하고, 획득된 인공 지능 모델을 이용하여 진단 대상자에 대한 전자 의무 기록 정보(110) 및 엑스레이 이미지(120)를 분석함으로써 진단 정보(140)를 출력할 수도 있다. 일 실시 예에 의하면, 서버(2000)는 네트워크를 통하여 전자 장치(1000)와 연결됨으로써, 전자 장치와 데이터를 송수신할 수 있는 기타 컴퓨팅 장치를 포함할 수 있다. 또한, 일 실시 예에 의하면, 서버 장치(2000)는 웨어러블 디바이스를 관리하기 위한 W-BMS(Wearable Business Management Server)일 수 있다.
- [0029] 일 실시 예에 의하면, 서버(2000)는 근거리 통신망(Local Area Network; LAN), 광역 통신망(Wide Area Network; WAN), 부가가치 통신망(Value Added Network; VAN), 이동 통신망(mobile radio communication network), 위성 통신망 및 이들의 상호 조합을 포함하고, 도 1에 도시된 각 네트워크 구성 주체가 서로 원활하게 통신을 할 수 있도록 하는 포괄적인 의미의 데이터 통신망이며, 유선 인터넷, 무선 인터넷 및 모바일 무선 통신망을 포함할 수 있다.
- [0030] 도 2는 일 실시 예에 따른 전자 장치가 진단 대상자의 골다공증 및 골다공증성 골절 위험도를 진단하는 방법의 흐름도이다.
- [0031] S210에서, 전자 장치(1000)는 진단 대상자의 임상 공변량 정보를 획득할 수 있다. 예를 들어, 전자 장치(1000)는 진단 대상자에 대한 전자 의무 기록 정보(EMR) 정보를 획득하고, 획득된 전자 의무 기록 정보로부터 임상 공변량 정보를 획득할 수도 있다. 또한, 일 실시 예에 의하면, 전자 장치(1000)는 전자 장치에 대한 진단 대상자의 사용자 입력에 기초하여, 진단 대상자의 식별 정보를 획득하고, 식별 정보에 매칭되는 진단 대상자의 의무 기록 정보를 획득할 수도 있다.
- [0032] 일 실시 예에 의하면, 전자 의무 기록 정보는, 진단 대상자의 신체 특징들에 대한 기본 임상 정보, 상기 진단 대상자에 대해 수행된 임상 시험 결과에 관한 임상 측정 정보, 상기 진단 대상자의 과거 진단 이력에 관한 진료 정보 또는 상기 진단 대상자에게 처방된 약물 처방 정보 중 적어도 하나를 포함할 수 있다. 전자 장치(1000)는 전자 의무 기록 정보로부터, 진단 대상이 되는 골다공증 질환 판단에 영향을 미칠 수 있는, 독립 변수 이외에 종속 변수에 영향을 줄 수 있는 잡음 인자들을 공변량(Covariate)으로 설정할 수 있다.
- [0033] S220에서, 전자 장치(1000)는 진단 대상자의 신체 조직에 관한 엑스레이 이미지를 획득할 수 있다. 일 실시 예에 의하면, 전자 장치(1000)는 전자 장치와 연결된 DEXA(Dual Energy Xray Absorptiometry) 스캔 장치로부터 DEXA 스캔 이미지를 엑스레이 이미지로 획득할 수 있다. 즉, 본 개시의 일 실시 예에 의하면, 엑스레이 이미지는 이중 에너지 X-RAY 이미지일 수 있다. 또한, 일 실시 예에 의하면, 전자 장치(1000)는 진단 대상자의 신체 부위 영역 별로 엑스레이 이미지를 획득할 수도 있다. 예를 들어, 전자 장치(1000)는 진단 대상자의 척추 및 대퇴골을 포함하는 신체 부위 중 적어도 일부 신체 영역 별로 엑스레이 이미지를 획득할 수도 있다.
- [0034] S230에서, 전자 장치(1000)는 진단 대상자의 임상 공변량 정보 및 엑스레이 이미지를 전처리할 수 있다. 일 실시 예에 의하면, 전자 장치(1000)는 엑스레이 이미지로부터 진단 대상자의 신체 조직 중 일부를 포함하는 관심 영역(ROI)을 추출하고, 추출된 관심 영역의 해상도 정보를 미리 설정된 해상도 정보로 업스케일링함으로써 초해상화 처리를 수행할 수 있으며, 초해상화 처리된 엑스레이 이미지의 관심 영역에 대한 이미지 데이터를 정규화함으로써, 엑스레이 이미지를 전처리할 수 있다. 본 개시에 따른 전자 장치(1000)는 엑스레이 이미지를 전처리

함으로써 진단 대상자의 골다공증 및 골다공증성 골절 위험도를 더 정확하게 분석할 수 있다.

- [0035] 또한, 전자 장치(1000)는 진단 대상자의 임상 공변량 정보를 부호화하고, 부호화된 임상 공변량 정보 및 추출된 관심 영역에 대한 이미지 데이터 사이에 오버 피팅이 되지 않도록 가중치를 부여함으로써 정규화할 수 있다. 일 실시 예에 의하면, 전자 장치(1000)가 진단 대상자의 임상 공변량 정보를 부호화 하는 동작은 임상 공변량 정보를 숫자화하는 동작에 대응될 수 있다. 또한, 일 실시 예에 의하면, 전자 장치(1000)가 진단 대상자의 임상 공변량 정보를 부호화 하는 동작은 공변량 데이터의 원-핫(one-hot) 벡터 변환 동작에 대응될 수도 있다.
- [0036] 또한, 일 실시 예에 의하면, 전자 장치(1000)가 임상 공변량 정보를 전처리하는 동작은, 인공 지능 모델로부터 출력되는 진단 정보 중, 골절 또는 재골절이 발생할 때까지의 예상 시간 정보 및 골절 또는 재골절 위험도 정보에 대해, 진단 대상자의 나이 정보, 종족 정보, 체질량지수(BMI) 정보, 고혈압 정보, 제2형 당뇨병 정보, 갑상선 및 부갑상선 기능항진증 정보, 성선 기능저하증 정보, 만성 신부전증 정보 또는 다중 오믹스 정보 중 적어도 하나를 포함하는 교란 변수의 영향이 통제되도록 상기 임상 공변량 정보에 가중치를 부여함으로써 정규화하는 동작을 포함할 수 있다.
- [0037] S240에서, 전자 장치(1000)는 전처리된 임상 공변량 정보 및 전처리된 엑스레이 이미지가 입력되면, 진단 대상자의 골다공증 및 골다공증성 골절 위험도에 관한 진단 정보를 출력하는 인공 지능 모델에, 전처리된 임상 공변량 정보 및 엑스레이 이미지를 입력함으로써, 진단 정보를 획득할 수 있다. 일 실시 예에 의하면, 전자 장치(1000)는 진단 대상자의 신체 부위 영역 별로 엑스레이 이미지가 획득되는 경우, 진단 대상자의 신체 부위 영역 별 엑스레이 이미지에 인공 지능 모델을 적용함으로써, 진단 대상자의 신체 부위 영역 별 진단 정보를, 진단 결과로써 획득할 수도 있다.
- [0038] 예를 들어, 전자 장치(1000)는 인공 지능 모델로부터, 진단 대상자가 상기 골다공증 질환에 대해 정상인지 또는 비정상인지 여부를 나타내는 이상 여부 정보, 상기 진단 대상자의 상기 골다공증 질환 정도으로써 골감소증 정보, 낮은 골밀도 정보, 중간 단계 골다공증 정보 또는 골다공성 골절 정보 중 적어도 하나를 포함하는 비정상 레벨 정보, 상기 진단 대상자에 대한 골절 또는 재골절이 발생할 때까지의 예상 시간 정보 또는 상기 진단 대상자의 골다공증성 골절 또는 재골절 위험도 정보 중 적어도 하나를 획득할 수 있다.
- [0039] S250에서, 전자 장치(1000)는 획득된 진단 정보를 출력할 수 있다. 일 실시 예에 의하면, 전자 장치(1000)는 디스플레이를 포함할 수 있고, 디스플레이를 통하여 진단 정보를 시각적으로 출력할 수 있다. 그러나 또 다른 실시 예에 의하면, 전자 장치(1000)는 인공 지능 모델로부터 획득된 진단 정보를 전자 장치(1000)와 연결된 서버(2000)로 전송할 수도 있다.
- [0040] 또한, 일 실시 예에 의하면, 전자 장치(1000)는 인공 지능 모델로부터 출력된 진단 정보를 시각화함으로써 시각 진단 정보를 생성하고, 생성된 시각 진단 정보 및 진단 정보를 함께 출력할 수도 있다. 일 실시 예에 의하면, 시각 진단 정보는 시간의 흐름에 따라 골다공증 질환에 해당할 확률, 시간의 흐름에 따른 골다공증성 골절 위험도(위험확률)에 대한 정보를 포함할 수 있다.
- [0041] 도 3은 일 실시 예에 따라 전자 장치가 획득하는 DXA 자료 및 전자 의무 기록 정보를 설명하기 위한 도면이다.
- [0042] 일 실시 예에 의하면, 전자 장치(1000)는 서버(2000)와 연동함으로써 DXA 자료 및 전자 의무 기록 정보(340)를 획득할 수 있다. 일 실시 예에 의하면, 전자 장치(1000)가 획득하는 DXA 자료(310)는 스캔 이미지(312), 골밀도 정보(314), T-점수 정보(316), Z-점수 정보(318) 또는 대퇴골 형태 요소 정보(320) 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.
- [0043] 또한, 일 실시 예에 의하면, 전자 장치(1000)가 획득하는 전자 의무 기록 정보(340)는 기본 임상 정보(342), 임상 측정 정보(344), 진료 정보(346) 또는 약물 처방 정보(348) 중 적어도 하나를 포함할 수 있다. 본 개시에 따른 전자 장치(1000)는 DXA 자료(310)외에 진단 대상자의 전자 의무 기록 정보(340)를 함께 인공지능 모델을 이용하여 분석함으로써, 진단 대상자의 골다공증 및 골다공증성 골절 위험도를 정확하게 진단할 수 있다.
- [0044] 후술하는 도 4를 참조하여 전자 장치(1000)가 획득하는 전자 의무 기록 정보(340)를 구체적으로 설명하기로 한다.
- [0045] 도 4는 일 실시 예에 따라 전자 장치가 획득하는 전자 의무 기록 정보의 구체적인 예를 설명하기 위한 도면이다.
- [0046] 일 실시 예에 의하면, 전자 의무 기록 정보(340)는 기본 임상 정보(420), 임상 측정 정보(440), 진료 정보(460) 또는 약물 처방 정보(480) 중 적어도 하나를 포함할 수 있다. 일 실시 예에 의하면, 기본 임상 정보(420)는 상

기 진단 대상자의 이니셜 정보, 나이 정보, 생년 월일 정보, 성별 정보, 종족 정보, 신장 정보 또는 체중 정보 중 적어도 하나를 포함할 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.

[0047] 일 실시 예에 의하면, 임상 측정 정보(440)는 상기 진단 대상자의 혈압 정보, 혈액 검사 정보, 혈당 정보, 칼슘 정보, 비타민 D 정보, 갑상선 및 부갑상선 호르몬 수치 정보 또는 다중 오믹스 정보 중 적어도 하나를 포함할 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다. 일 실시 예에 의하면, 진료 정보(460)는 상기 진단 대상자의 주소 정보, 상병 내역 정보, 이전 병력 정보, 처방전 교부 상세 내역 정보, 검사명 정보, 검사 결과 정보 또는 치료명 정보 중 적어도 하나를 포함할 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다. 일 실시 예에 의하면 약물 처방 정보(480)는 상기 진단 대상자에 대해 처방된 투약 처방 기록 정보를 포함할 수 있다.

[0048] 일 실시 예에 의하면, 다중 오믹스 정보는 진단 대상자의 유전체, 전사체, 단백체, 대사체, 후성 유전체, 지질체 등 다양한 분자 수준에서의 생체 데이터 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.

[0049] 전자 장치(1000)는 DXA 스캔 이미지만을 분석하는 것이 아니라, 스캔 이미지에 매칭되는 전자 의무 기록 정보에 기초하여 인공 지능 모델을 학습시킨 후, 학습된 인공 지능 모델에, DXA 스캔 이미지 및 임상 공변량 정보를 함께 입력함으로써, 진단 대상자의 골다공증 및 골다공증성 골절 위험도를 정확하게 진단할 수 있다.

[0050] 도 5는 일 실시 예에 따라, 요추부 및 근위 대퇴부의 골밀도 검사를 받은 환자들을 그룹화 한 예를 설명하기 위한 도면이다.

[0051] 일 실시 예에 의하면, 전자 장치(1000)는 소정의 기간 동안 병원으로 내원한 환자들 중 요추(482) 및 근위 대퇴부(484)의 골밀도 검사를 받은 환자들을 Normal Group(492), Osteopenia Group(494), Non-fracture Osteoporosis Group(496) 및 Fracture Osteoporosis Group(498) 그룹으로 그룹화 하고, 그룹화된 환자 들에 대한 전자 의무 기록 정보로부터 임상 공변량 학습 정보로 생성할 수 있다.

[0052] 또한, 전자 장치(1000)는 그룹화된 환자들의 DXA 자료를 획득하고, 획득된 DXA 자료들을 엑스레이 학습 이미지로 생성할 수 있다. 전자 장치(1000)는 그룹별 환자들에 대한 엑스레이 학습 이미지 및 임상 공변량 학습 정보에 기초하여, 골다공증 및 골다공증성 골절 위험도에 관한 진단 정보를 출력하는 인공 지능 모델을 학습시킬 수 있다.

[0053] 도 6은 일 실시 예에 따라, 골다공증 발생 위험률 및 골다공증 발생 사건의 수를 설명하기 위한 도면이다.

[0054] 일 실시 예에 의하면, 전자 장치(1000)는 인공 지능 모델로부터 출력되는 진단 정보를 시각화 할 수 있다. 예를 들어, 전자 장치(1000)는 인공 지능 모델로부터 출력되는 진단 정보에 기초하여, 시간(620)의 흐름에 따른 골다공증 발생 위험도(또는 위험률)(610)을 시각화하여 그래프로 생성할 수 있다. 또한, 전자 장치(1000)는 인공 지능 모델로부터 출력되는 진단 정보에 기초하여, 진단 대상자에 대한, 시간(640)의 흐름에 따른 골다공증 발생 수(630)를 시각화할 수도 있다.

[0055] 또한, 일 실시 예에 의하면, 전자 장치(1000)는 인공지능 모델로부터 획득되는 진단 결과를 시각화할뿐만 아니라, 인공 지능 모델을 학습시키기 위해 획득한 엑스레이 학습 이미지 및 임상 공변량 학습 정보를 도 6에 도시된 바와 같이 시각화할 수도 있음은 물론이다.

[0056] 도 7은 일 실시 예에 따라, 전자 장치가 인공 지능 모델을 학습시키는 과정을 설명하기 위한 도면이다.

[0057] S710에서, 전자 장치(1000)는 인공 지능 모델을 학습시키기 위한 엑스레이 학습 이미지 및 임상 공변량 학습 정보를 획득할 수 있다. S720에서, 전자 장치(1000)는 엑스레이 학습 이미지 및 임상 공변량 학습 정보를 전처리할 수 있다. 전자 장치(1000)가 엑스레이 학습 이미지 및 임상 공변량 학습 정보를 전처리하는 방법은 도 2의 S230에 대응될 수 있다.

[0058] 예를 들어, 전자 장치(1000)는 인공 지능 모델의 진단 정확도를 향상시키기 위해, 엑스레이 학습 이미지로부터 진단 대상자의 신체 조직 중 일부를 포함하는 관심 영역을 추출하고, 엑스레이 학습 이미지로부터 추출된 관심 영역의 해상도 정보를 미리 설정된 해상도 정보로 업스케일링함으로써 초해상화처리를 수행할 수 있다. 전자 장치(1000)는 초해상화 처리된 엑스레이 학습 이미지의 관심 영역에 대한 이미지를 정규화함으로써, 엑스레이 학습 이미지를 전처리할 수 있다. 일 실시 예에 의하면, 전자 장치(1000)는 엑스레이 이미지가 입력되면, 저해상도의 엑스레이 이미지를 고해상도의 엑스레이 이미지로 변환하여 출력하는 이미지 처리용 인공지능 모델을 이용하여 엑스레이 학습 이미지 또는 엑스레이 이미지를 전처리할 수도 있다.

[0059] 또한, 일 실시 예에 의하면, 전자 장치(1000)는 임상 공변량 학습 정보를 부호화하고, 부호화된 임상 공변량 학

습 정보 및 엑스레이 학습 이미지로부터 추출된 관심 영역에 대한 이미지 데이터 사이에 오버피팅이 되지 않도록 가중치를 부여함으로써, 임상 공변량 학습 정보를 정규화할 수도 있다.

[0060] S730에서, 전자 장치(1000)는 전처리된 엑스레이 학습 이미지 및 임상 공변량 학습 정보에 기초하여 인공 지능 모델을 학습시킬 수 있다. 예를 들어, 전자 장치(1000)는 전처리된 엑스레이 학습 이미지로부터 골밀도 정보를 획득하고, 골밀도 정보에 기초하여 골밀도에 관한 T-점수 정보를 획득할 수 있다. 전자 장치(1000)는 전처리된 임상 공변량 학습 정보 중, 엑스레이 학습 이미지에 매칭 가능한 매칭 임상 공변량 학습 정보를 레이블링 정보로써 생성할 수 있다. 전자 장치(1000)는 생성된 레이블링 정보를 이용하여 엑스레이 학습 이미지를 레이블링할 수 있다. 전자 장치(1000)는 레이블링된 엑스레이 학습 이미지에 기초하여 인공 지능 모델을 학습시킴으로써, 인공 지능 모델이 레이블 정보에 따른 진단 결과를 출력하도록 인공 지능 모델을 학습시킬 수 있다.

[0061] 일 실시 예에 의하면, 전자 장치(1000)가 이용하는 인공 지능 모델은 다층 퍼셉트론 또는 신경망 모델 중 적어도 하나를 포함할 수 있다. 그러나, 이에 한정되는 것은 아니며, 전자 장치(1000)가 이용하는 인공 지능 모델은 CNN (Convolutional Neural Network), DNN (Deep Neural Network), RNN (Recurrent Neural Network), RBM (Restricted Boltzmann Machine), DBN (Deep Belief Network), BRDNN(Bidirectional Recurrent Deep Neural Network) 또는 심층 Q-네트워크 (Deep Q-Networks)를 더 포함할 수도 있다. 일 실시 예에 의하면, 전자 장치(1000)는 전처리된 엑스레이 학습 이미지 및 임상 공변량 학습 정보에 기초하여, 인공 지능 모델 내 적어도 하나의 노드들을 포함하는 적어도 하나의 레이어들 및 상기 레이어들의 연결 강도에 관한 가중치를 수정 및 갱신함으로써 인공 지능 모델을 학습시킬 수 있다.

[0062] 또한, 도 7에는 도시되지 않았지만, 전자 장치(1000)는 학습된 인공 지능 모델로부터 출력되는 진단 정보를 검증하고, 검증 결과에 기초하여 인공 지능 모델을 재 학습시킬 수도 있다. 예를 들어, 전자 장치(1000)는 미리 설정된 검증 기준 내지 정답 값에 기초하여 학습이 완료된 인공 지능 모델로부터 출력된 출력 값을 검증할 수 있다. 전자 장치(1000)는 검증 후, 검증이 완료된 결과 값만을 진단 정보로 최종적으로 제공할 수도 있고, 검증 결과에 기초하여, 인공 지능 모델 내 노드들 및 상기 노드들을 포함하는 적어도 하나의 레이어들의 가중치 (Weight)를 수정 및 갱신함으로써 인공 지능 모델의 정확도를 더 향상시킬 수 있다.

[0063] 일 실시 예에 의하면, 전자 장치(1000)는 인공 지능 모델로부터 출력되는 진단 정보를, 콕스 비례 위험 모형 또는 콕스 비례 위험 모형 (Cox proportional hazard model)을 통해 검증할 수도 있다. 예를 들어, 전자 장치(1000)는 성별, 연령대, 고혈압 유무 등 명목형 변수에 대하여 환자군과 대조군 사이에 골다공증의 발생비율에 차이가 있는지, 피어슨 카이제곱 검정(Chi-square) 또는 피셔 정확 검정(Fisher's exact test)을 더 수행할 수도 있다.

[0064] 일 실시 예에 의하면, BMI 등 연속형 변수는 Mann-Whitney U test로 비교하며, 환자의 생존율을 Kaplan-Meier Method로 분석하고 log-rank test로 비교될 수 있다. 또한, 전자 장치(1000)는 단변량 변수에서 의미 있다고 여겨지면 콕스 비례 위험(Cox regression hazard model)로 다변량 분석을 수행할 수도 있다. 또한, 전자 장치(1000)는 연속형 변수의 경우 의미 있는 cut-off value를 찾기 위해 Receiver Operating Characteristic (ROC) curve를 이용할 수도 있다.

[0065] 도 8은 일 실시 예에 따라, 골다공증 및 골다공증성 골절 위험도를 진단하는 전자 장치의 블록도이다.

[0066] 일 실시 예에 따른 전자 장치(1000)는 프로세서(1400), 네트워크 인터페이스(1500) 및 메모리(1700)를 포함할 수 있다. 그러나, 도시된 구성 요소가 필수구성요소인 것은 아니고, 도시된 구성 요소보다 많은 구성 요소에 의해 전자 장치(1000)가 구현될 수도 있고, 그보다 적은 구성 요소에 의해서도 전자 장치(1000)는 구현될 수도 있다. 일 실시 예에 의하면, 전자 장치(1000)는 프로세서(1400), 네트워크 인터페이스(1500) 및 메모리(1700) 외에 디스플레이, 스피커 등을 더 포함할 수도 있다.

[0067] 프로세서(1400)는, 통상적으로 전자 장치(1000)의 전반적인 동작을 제어한다. 일 실시 예에 의하면, 본 개시에 따른 프로세서(1400)는 메모리(1700)에 저장된 프로그램들을 실행함으로써, 도 1 내지 도 7에 기재된 전자 장치(1000)의 기능을 수행할 수 있다. 또한, 프로세서(1400)는 하나 또는 복수의 프로세서로 구성될 수 있고, 하나 또는 복수의 프로세서는 CPU, AP, DSP(Digital Signal Processor) 등과 같은 범용 프로세서, GPU와 같은 그래픽 전용 프로세서 또는 인공지능(AI) 전용 프로세서를 포함할 수 있다. 그러나 이에 한정되는 것은 아니며, 프로세서(1400)는 메모리에 저장된 인스트럭션을 실행함으로써 진단 대상자의 골다공증 및 골다공증성 골절 위험도를 예측할 수 있다.

[0068] 일 실시 예에 의하면, 프로세서(1400)는 메모리에 저장된 하나 이상의 인스트럭션을 실행함으로써, 진단 대상자

의 임상 공변량 정보를 획득하고, 상기 진단 대상자의 신체 조직에 관한 엑스레이 이미지를 획득하며, 상기 임상 공변량 정보 및 상기 엑스레이 이미지를 전처리 하고, 상기 전처리된 임상 공변량 정보 및 상기 엑스레이 이미지가 입력되면, 상기 진단 대상자의 골다공증 및 골다공증성 골절 위험도에 관한 진단 정보를 출력하는 인공지능 모델에, 상기 전처리된 임상 공변량 정보 및 상기 엑스레이 이미지를 입력함으로써 상기 진단 정보를 획득하고, 상기 획득된 진단 정보를 출력할 수 있다.

[0069] 또한, 일 실시 예에 의하면, 프로세서(1400)는 상기 진단 대상자의 식별 정보를 획득하고, 상기 획득된 식별 정보에 매칭되는 상기 진단 대상자의 전자 의무 기록 정보를 획득하고, 상기 전자 의무 기록 정보에 기초하여 상기 임상 공변량 정보를 획득할 수 있다.

[0070] 또한, 프로세서(1400)는 상기 진단 대상자의 신체 특징들에 대한 기본 임상 정보, 상기 진단 대상자에 대해 수행된 임상 시험 결과에 관한 임상 측정 정보, 상기 진단 대상자의 과거 진단 이력에 관한 진료 정보 또는 상기 진단 대상자에게 처방된 약물 처방 정보 중 적어도 하나를 상기 전자 의무 기록 정보로 획득할 수 있다.

[0071] 또한, 프로세서(1400)는 상기 진단 대상자의 척추 및 대퇴골을 포함하는 신체 부위 중 적어도 일부 신체 영역 별로 엑스레이 이미지를 획득하고, 상기 진단 대상자의 일부 신체 영역 별로, 상기 골다 공증 및 상기 골다공증성 골절 위험도에 관한 진단 정보를 획득할 수 있다.

[0072] 또한, 프로세서(1400)는 상기 엑스레이 이미지로부터 상기 진단 대상자의 신체 조직 중 일부를 포함하는 관심 영역을 추출하고, 상기 추출된 관심 영역의 해상도 정보를 미리 설정된 해상도 정보로 업스케일링함으로써 초해상화 처리하고, 상기 초해상화 처리된 엑스레이 이미지의 관심 영역에 대한 이미지 데이터를 정규화할 수 있다.

[0073] 또한, 프로세서(1400)는 상기 임상 공변량 정보를 부호화하고, 상기 부호화된 임상 공변량 정보 및 상기 추출된 관심 영역에 대한 이미지 데이터 사이에 오버피팅이 되지 않도록 가중치를 부여함으로써 정규화할 수 있다.

[0074] 또한, 프로세서(1400)는 상기 인공지능 모델로부터, 상기 진단 대상자가 상기 골다공증 질환에 대해 정상인지 또는 비정상인지 여부를 나타내는 이상 여부 정보를 획득하고, 상기 진단 대상자의 상기 골다 공증 질환 정도로써 골감소증 정보, 낮은 골밀도 정보, 중간 단계 골다공증 정보 또는 골다공성 골절 정보 중 적어도 하나를 포함하는 비정상 레벨 정보를 획득하고, 상기 진단 대상자에 대한 골절 또는 재골절이 발생할 때까지의 예상 시간 정보를 획득하고, 상기 진단 대상자의 골다공증성 골절 또는 재골절 위험도 정보를 획득할 수 있다.

[0075] 일 실시 예에 의하면, 프로세서(1400)는 상기 인공지능 모델로부터 출력되는 골절 또는 재골절이 발생할 때까지의 예상 시간 정보 및 상기 골절 또는 재골절 위험도 정보에 대해, 상기 진단 대상자의 나이 정보, 종족 정보, 체질량지수(BMI) 정보, 고혈압 정보, 제2형 당뇨병 정보, 갑상선 및 부갑상선 기능항진증 정보, 성선 기능저하증 정보, 만성 신부전증 정보 또는 다중 오믹스 정보 중 적어도 하나를 포함하는 교란 변수의 영향이 통제되도록 상기 임상 공변량 정보에 가중치를 부여함으로써 정규화할 수 있다.

[0076] 또한, 프로세서(1400)는 상기 진단 정보를 시각화 함으로써 시각 진단 정보를 생성하고, 상기 생성된 시각 진단 정보 및 상기 획득된 진단 정보를 함께 출력할 수 있다.

[0077] 또한, 프로세서(1400)는 상기 인공지능 모델을 학습시키기 위한 엑스레이 학습 이미지 및 임상 공변량 학습 정보를 획득하고, 상기 엑스레이 학습 이미지 및 상기 임상 공변량 학습 정보를 전처리하고, 상기 전처리된 엑스레이 학습 이미지 및 상기 임상 공변량 학습 정보에 기초하여 상기 인공지능 모델을 학습시킬 수 있다.

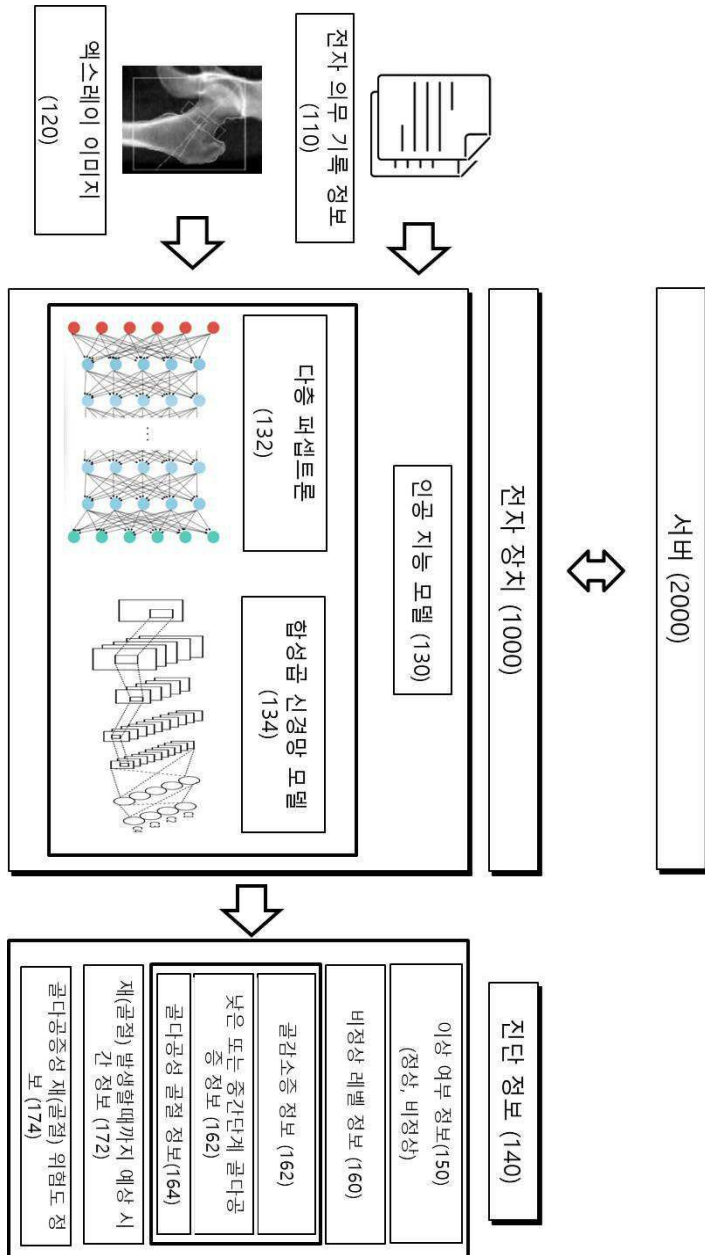
[0078] 또한, 프로세서(1400)는 상기 엑스레이 학습 이미지로부터 상기 진단 대상자의 신체 조직 중 일부를 포함하는 관심 영역을 추출하고, 상기 엑스레이 학습 이미지로부터 추출된 관심 영역의 해상도 정보를 미리 설정된 해상도 정보로 업스케일링함으로써 초해상화 처리하고, 상기 초해상화 처리된 엑스레이 학습 이미지의 관심 영역에 대한 이미지를 정규화할 수 있다.

[0079] 일 실시 예에 의하면, 네트워크 인터페이스(1500)는 전자 장치와 연결된 외부 디바이스 또는 서버로부터 엑스레이 이미지, 전자 의무 기록 정보, 환자의 임상 공변량 정보를 획득할 수 있다. 또한, 네트워크 인터페이스(1500)는 서버(2000)에서 미리 학습된 인공지능 모델에 대한 구조 정보, 가중치 정보들을 획득하고, 획득된 구조 정보 및 가중치 정보들을 전자 장치의 프로세서(1400)로 전송함으로써, 프로세서(1400)가 서버로부터 획득된 구조 정보 및 가중치 정보에 기초하여 메모리(1700)에 기 저장된 인공지능 모델의 가중치를 수정 및 갱신하도록 할 수 있다. 또한, 일 실시 예에 의하면, 네트워크 인터페이스(1500)는 전자 장치(1000)가 인공지능 모델을 이용하여 진단을 수행한 결과에 대한 정보들을 전자 장치(1000)와 연결된 서버(예컨대 의료 서버 등)에 전송할 수도 있다.

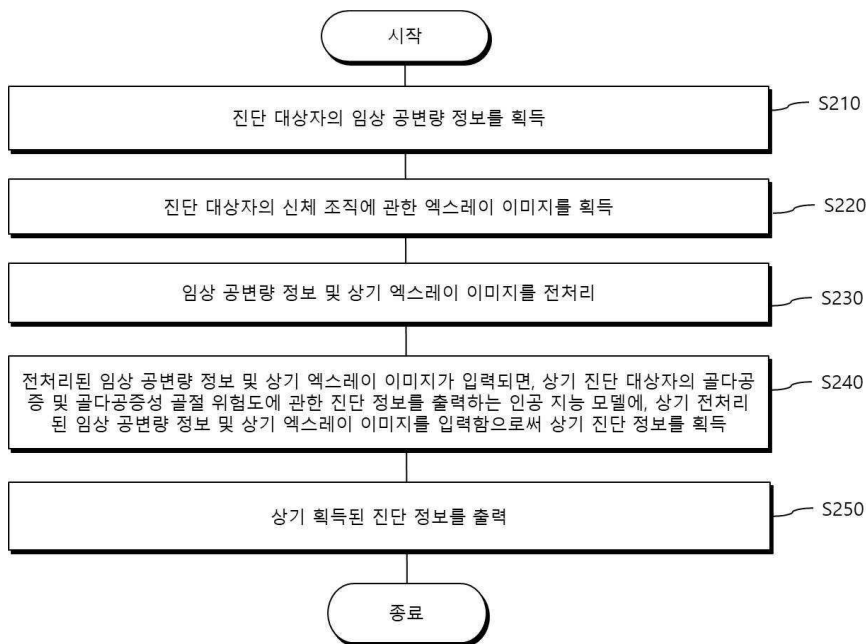
- [0080] 메모리(1700)는, 프로세서(1400)의 처리 및 제어를 위한 프로그램을 저장할 수 있고, 전자 장치(1000)로 입력되거나 전자 장치(1000)로부터 출력되는 데이터를 저장할 수도 있다. 또한, 메모리(1700)는 다층 퍼셉트론, 신경망 모델과 같은 인공 지능 학습 알고리즘에 의해 학습될 수 있는 인공 지능 모델에 대한 정보를 저장할 수도 있다. 일 실시 예에 의하면, 메모리(1700)는 신경망 모델의 구성으로써, 신경망을 구성하는 레이어들, 레이어들에 포함된 노드들 및 레이어들의 연결 강도에 관한 가중치들에 대한 정보를 저장할 수 있다.
- [0081] 일 실시 예에 의하면, 메모리(1700)는 메모리에 기 저장된 사전 학습 모델 및 신경망 모델이 수정 및 갱신되는 경우, 수정 및 갱신된 사전 학습 모델 및 신경망 모델을 저장할 수도 있다. 메모리(1700)는 플래시 메모리 타입(flash memory type), 하드디스크 타입(hard disk type), 멀티미디어 카드 마이크로 타입(multimedia card micro type), 카드 타입의 메모리(예를 들어 SD 또는 XD 메모리 등), 램(RAM, Random Access Memory) SRAM(Static Random Access Memory), 롬(ROM, Read-Only Memory), EEPROM(Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory), PROM(Programmable Read-Only Memory), 자기 메모리, 자기 디스크, 광디스크 중 적어도 하나의 타입의 저장매체를 포함할 수 있다. 그러나, 이에 한정되는 것은 아니며, 기타 엑스레이 이미지 분석 및 골다공증 질환을 진단하기 위해 필요한 인스트럭션들을 저장하기 위한 기타 저장 매체일 수 있다.
- [0082] 일 실시예에 따른 상술한 방법은 다양한 컴퓨터 수단을 통하여 수행될 수 있는 프로그램 명령 형태로 구현되어 컴퓨터 판독 가능 매체에 기록될 수 있다. 상기 컴퓨터 판독 가능 매체는 프로그램 명령, 데이터 파일, 데이터 구조 등을 단독으로 또는 조합하여 포함할 수 있다. 상기 매체에 기록되는 프로그램 명령은 본 개시를 위하여 특별히 설계되고 구성된 것들이거나 컴퓨터 소프트웨어 당업자에게 공지되어 사용 가능한 것일 수도 있다.
- [0083] 또한, 상기 일 실시 예에 다른 방법을 수행하도록 하는 프로그램이 저장된 기록매체를 포함하는 컴퓨터 프로그램 장치가 제공될 수 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.
- [0084] 이상에서 본 개시의 실시예에 대하여 상세하게 설명하였지만 본 개시의 권리범위는 이에 한정되는 것은 아니고 다음의 청구범위에서 정의하고 있는 본 개시의 기본 개념을 이용한 당업자의 여러 변형 및 개량 형태 또한 본 개시의 권리범위에 속한다

도면

도면1



도면2

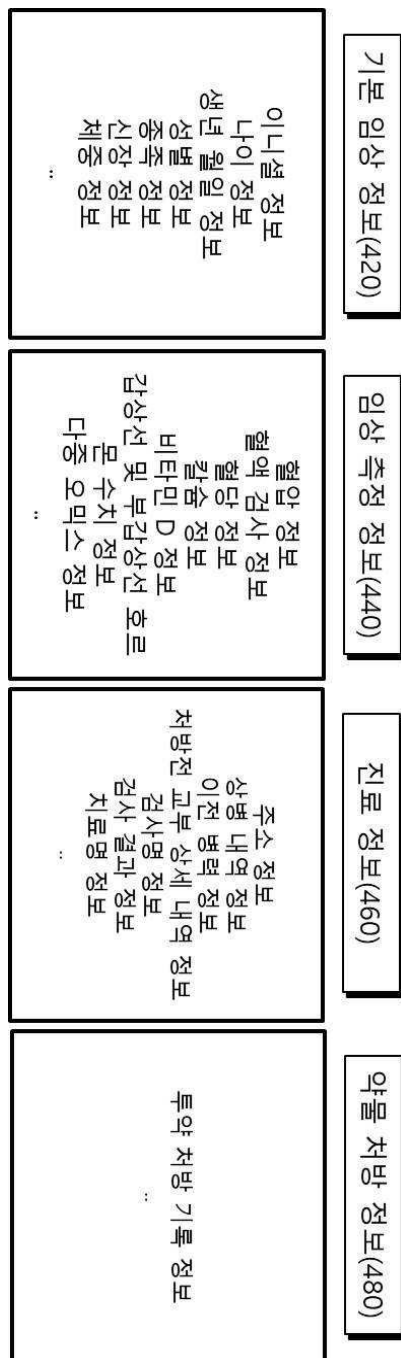


도면3

DXA 자료 (310)		
스캔 이미지 (312)	골밀도 정보 (314)	T-SCORE 정보 (316)
Z-SCORE 정보 (318)	대퇴골 형태요소 정보 (320)	

전자 의무 기록 (EMR) 정보 (340)		
기본 임상 정보 (342)	임상 측정 정보 (344)	진료 정보 (346)
약물 처방 정보 (348)		

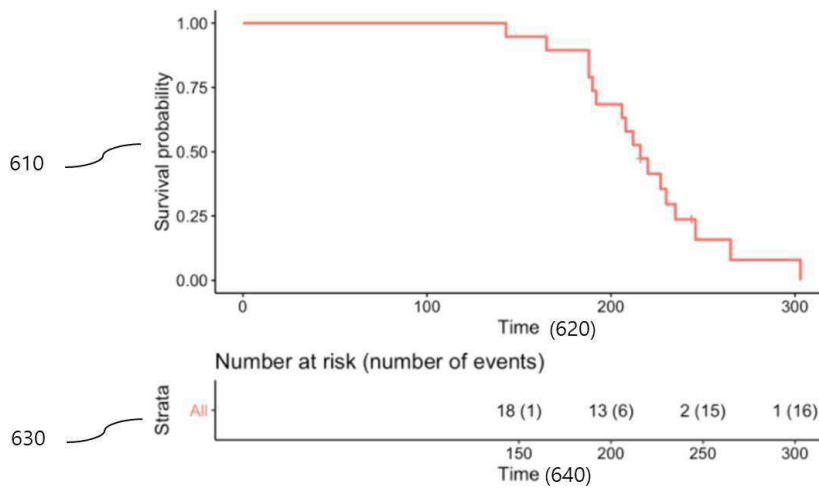
도면4



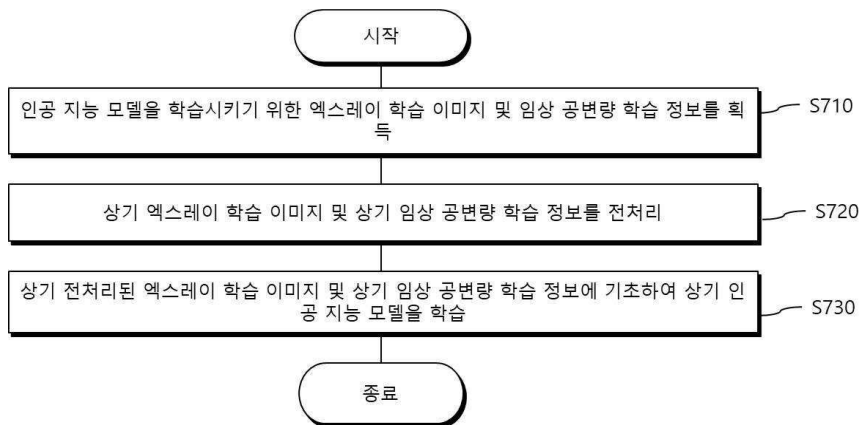
도면5

부위	그룹	492	494	496	498
		Normal Group	Osteopenia Group	Non-fracture Osteoporosis Group	Fracture Osteoporosis Group
482	요추	↵	↵	↵	↵
484	근위대퇴부	↵	↵	↵	↵

도면6



도면7



도면8

