(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2025-0099360
(43) 공개일자 2025년07월01일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G16H 20/10 (2018.01) *A61B 5/00* (2021.01)
A61B 6/50 (2024.01) *G16H 10/60* (2018.01)
G16H 30/20 (2018.01) *G16H 50/70* (2018.01)
G16H 70/40 (2018.01)
(52) CPC특허분류
G16H 20/10 (2021.08)
A61B 5/4509 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2025-7017472
(22) 출원일자(국제) 2023년11월14일
심사청구일자 2025년05월28일
(85) 번역문제출일자 2025년05월27일
(86) 국제출원번호 PCT/JP2023/040998
(87) 국제공개번호 WO 2024/106443
국제공개일자 2024년05월23일
(30) 우선권주장
JP-P-2022-182127 2022년11월14일 일본(JP)

(71) 출원인
교세라 가부시키가이샤
일본국 교토후 교토시 후시미쿠 다케다 토바도노쵸 6반지
고쿠리츠다이가쿠호우진 도쿄다이가쿠
일본, 도쿄, 분쿄구, 혼고 7-쵸메 3-1
(72) 발명자
와타나베 켄이치
일본국 6128501 교토 교토시 후시미쿠 다케다 토바도노쵸 6 교세라 가부시키가이샤 내
혼다 신타로
일본국 6128501 교토 교토시 후시미쿠 다케다 토바도노쵸 6 교세라 가부시키가이샤 내
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
특허법인필앤온지

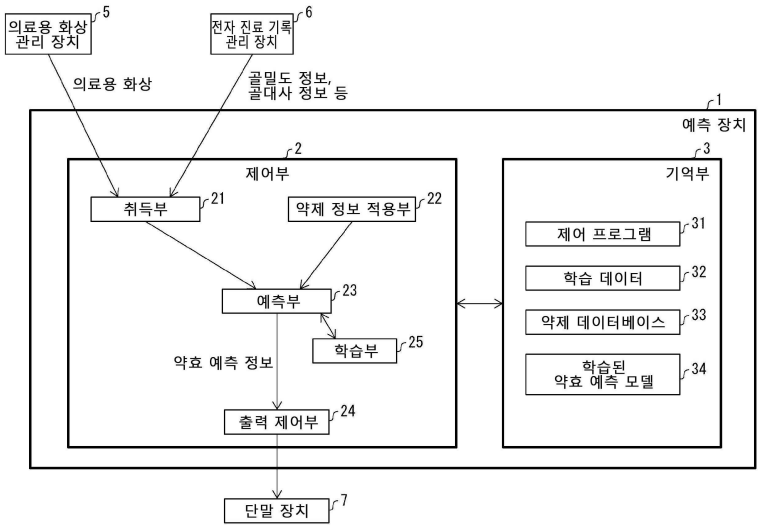
전체 청구항 수 : 총 20 항

(54) 발명의 명칭 **예측 시스템, 예측 장치, 예측 방법, 제어 프로그램 및 기록 매체**

(57) 요 약

대상에게 약제를 투여한 경우의 해당 약제의 효과를 고정확도로 예측한다. 예측 시스템은, 대상의 뼈에 관한 대상 정보를 기억하는 기억부, 및 대상에게 약제를 투여한 경우의 그 약제의 효과에 관한 약효 예측 정보를 수신하는 수신부를 구비한다. 대상 정보는 대상의 뼈가 찍히는 의료용 화상을 적어도 포함한다. 예측 시스템은, 대상 정보 및 뼈에 대한 작용을 갖는 약제에 관한 약제 정보에 기초해 그 약제의 효과를 예측하는 약효 예측 모델에 기초해 약효 예측 정보를 생성한다.

대 표 도



(52) CPC특허분류
A61B 5/4848 (2013.01)
A61B 6/505 (2024.01)
G16H 10/60 (2021.08)
G16H 30/20 (2018.01)
G16H 50/70 (2018.01)
G16H 70/40 (2021.08)

(72) 발명자
가메이 켄타로
일본국 6128501 교토 교토시 후시미쿠 다케다 토바 도노쵸 6 교세라 가부시키가이샤 내
후나모토 미호
일본국 6128501 교토 교토시 후시미쿠 다케다 토바 도노쵸 6 교세라 가부시키가이샤 내
모로 토루
일본국 1138654 도쿄 분쿄구 혼고7초메 3-1 고쿠리츠다이가쿠호우진 도쿄다이가쿠 나이
다나카 사카에
일본국 1138654 도쿄 분쿄구 혼고7초메 3-1 고쿠리츠다이가쿠호우진 도쿄다이가쿠 나이

명 세 서

청구범위

청구항 1

대상의 뼈에 관한 대상 정보를 기억하는 기억부, 및

상기 대상에게 약제를 투여한 경우의 상기 약제의 효과에 관한 약효 예측 정보를 수신하는 수신부를 구비하고,

상기 대상 정보는 상기 대상의 뼈가 찍히는 의료용 화상을 적어도 포함하고,

상기 대상 정보 및 뼈에 대한 작용을 갖는 약제에 관한 약제 정보에 기초해 상기 약제의 효과를 예측하는 약효 예측 모델에 기초해 상기 약효 예측 정보를 생성하는, 예측 시스템.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 약효 예측 모델은, 상기 약제가 투여된 복수의 피검체의 각각에 관한 피검체 정보 및 상기 피검체의 각각에 투여된 상기 약제에 관한 상기 약제 정보를 설명 변수로 하고, 상기 피검체의 각각에서의 상기 약제의 효과를 목적 변수로 하는 학습 데이터를 이용해 학습되어 있는, 예측 시스템.

청구항 3

제1항 또는 제2항에 있어서,

상기 약효 예측 정보는, 상기 대상의 뼈에 대한 장래의 골밀도와 현재의 골밀도의 차이를 나타내는 예측 결과, 상기 대상의 뼈의 골밀도의 현재로부터의 변화를 나타내는 예측 결과, 투약을 했을 경우의 예측 결과와 투약을 하지 않는 경우의 예측 결과, 및 다른 종류의 약을 투약했을 경우의 예측 결과 중 적어도 어느 하나를 포함하는, 예측 시스템.

청구항 4

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 대상 정보는, 대상의 골절 위험 인자에 관한 골절 위험 인자 정보, 상기 대상의 뼈의 골밀도를 나타내는 골밀도 정보, 및 상기 대상의 뼈의 골대사 상태를 나타내는 골대사 정보 중 적어도 어느 하나를 포함하는, 예측 시스템.

청구항 5

제1항 내지 제4항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 약제 정보는, 골형성에 대한 작용 및 골흡수에 대한 작용 중 적어도 어느 하나를 갖는 약제에 관한 정보를 포함하는, 예측 시스템.

청구항 6

제1항 내지 제5항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 약제 정보는, 적어도 상기 약제의 명칭 및/또는 작용 기전에 관한 정보를 포함하는, 예측 시스템.

청구항 7

제1항 내지 제6항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 약제 정보는, 상기 대상의 뼈의 상태를 변화시킬 수 있는 복수 종의 약제의 조합의 각각에 관한 정보를 포함하고,

상기 약효 예측 정보는, 상기 복수 종의 약제의 조합의 각각의 정보를 포함하는, 예측 시스템.

청구항 8

제1항 내지 제7항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 약효 예측 정보는, 상기 대상으로의 상기 약제의 투여를 소정 기간 계속한 후에서의 상기 대상의 뼈의 상태를 나타내는 정보, 또는, 상기 대상의 뼈에 생기는 상기 소정 기간 전후에서의 변화를 나타내는 정보를 포함하는, 예측 시스템.

청구항 9

제1항 내지 제8항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 약효 예측 정보는, 상기 대상으로의 투여를 소정 기간 계속한 후에서의 상기 대상의 뼈의 상태를 변화시킬 수 있는 약제에 관한 정보를 포함하는, 예측 시스템.

청구항 10

제1항 내지 제9항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 약효 예측 정보는, 상기 대상의 뼈에 대한 장래의 골밀도의 예측 결과를 포함하는, 예측 시스템.

청구항 11

제1항 내지 제10항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 약효 예측 정보는, 상기 대상의 뼈에 대한 현재의 골밀도의 예측 결과를 포함하는, 예측 시스템.

청구항 12

제1항 내지 제11항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 약효 예측 정보는, 상기 대상의 골절 개소에 관한 예측 결과를 포함하는, 예측 시스템.

청구항 13

제1항 내지 제12항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 약효 예측 정보는, 상기 대상이 장래 골절될 가능성을 나타내는 예측 결과를 포함하는, 예측 시스템.

청구항 14

제1항 내지 제13항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 대상 정보는, 대상의 골절 위험 인자에 관한 골절 위험 인자 정보, 상기 대상의 뼈의 골밀도를 나타내는 골밀도 정보, 및 상기 대상의 뼈의 골대사 상태를 나타내는 골대사 정보 중 적어도 어느 하나를 포함하고,

상기 골밀도 정보는, 상기 대상의 소정 부위의 뼈의 골밀도를 측정한 측정치인, 예측 시스템.

청구항 15

제1항 내지 제14항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 대상 정보는, 대상의 골절 위험 인자에 관한 골절 위험 인자 정보, 상기 대상의 뼈의 골밀도를 나타내는 골밀도 정보, 및 상기 대상의 뼈의 골대사 상태를 나타내는 골대사 정보 중 적어도 어느 하나를 포함하고,

상기 의료용 화상은, 상기 대상의 신체를 촬상한 단순 X선 화상이고,

상기 골밀도 정보는, 상기 대상이 찍히는 상기 단순 X선 화상으로부터 뼈의 골밀도를 추정하는 골밀도 예측 모델에 기초해 추정한 추정치인, 예측 시스템.

청구항 16

제15항에 있어서,

상기 골밀도 예측 모델은, 피검체의 뼈가 찍혀 있는 의료용 화상을 설명 변수로 하고, 상기 의료용 화상이 촬영

된 피검체의 뼈의 골밀도의 측정치를 목적 변수로 하는 학습 데이터를 이용해 학습되어 있는, 예측 시스템.

청구항 17

대상의 뼈에 관한 대상 정보를 취득하는 취득부, 및

상기 대상에게 약제를 투여한 경우의 상기 약제의 효과에 관한 약효 예측 정보를 출력하는 예측부를 구비하고,

상기 대상 정보는, 상기 대상의 뼈가 찍히는 의료용 화상을 적어도 포함하고,

상기 예측부는, 상기 대상 정보 및 뼈에 대한 작용을 갖는 약제에 관한 약제 정보에 기초해 상기 약제의 효과를 예측하는 약효 예측 모델을 갖는, 예측 장치.

청구항 18

대상의 뼈에 관한 대상 정보를 기억하는 기억 단계,

상기 대상 정보 및 뼈에 대한 작용을 갖는 약제에 관한 약제 정보에 기초해 상기 약제의 효과를 예측하는 약효 예측 모델에 기초해, 상기 대상에게 약제를 투여한 경우의 상기 약제의 효과에 관한 약효 예측 정보를 생성하는 생성 단계, 및

상기 약효 예측 정보를 수신하는 수신 단계를 포함하고,

상기 대상 정보는 상기 대상의 뼈가 찍히는 의료용 화상을 적어도 포함하는, 예측 방법.

청구항 19

제1항 내지 제16항 중 어느 한 항에 기재된 예측 시스템으로서 컴퓨터를 기능시키기 위한 제어 프로그램으로서, 상기 기억부 및 상기 수신부로서 컴퓨터를 기능시키기 위한 제어 프로그램.

청구항 20

제19항에 기재된 제어 프로그램을 기록한 컴퓨터 판독 가능한 기록 매체.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 개시는 뼈에 작용하는 약제의 효과를 예측하는 예측 시스템, 예측 장치, 제어 방법 및 제어 프로그램에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 특허 문헌 1에는 항암제의 효과를 예측하는 기술이 개시되고 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0003] (특허문헌 0001) 특허 문헌 1: 일본 특허공개 2022-013583호 공보

발명의 내용

과제의 해결 수단

[0004] 본 개시의 일 형태에 따른 예측 시스템은, 대상의 뼈에 관한 대상 정보를 기억하는 기억부, 및 상기 대상에게 약제를 투여한 경우의 그 약제의 효과에 관한 약효 예측 정보를 수신하는 수신부를 구비하고, 상기 대상 정보는 상기 대상의 뼈가 찍히는 의료용 화상을 적어도 포함하고, 상기 대상 정보 및 뼈에 대한 작용을 갖는 약제에 관한 약제 정보에 기초해 그 약제의 효과를 예측하는 약효 예측 모델에 기초해 상기 약효 예측 정보를 생성한다.

[0005] 본 개시의 일 형태에 따른 예측 장치는, 대상의 뼈에 관한 대상 정보를 취득하는 취득부, 및 상기 대상에게 약

제를 투여한 경우의 그 약제의 효과에 관한 약효 예측 정보를 출력하는 예측부를 구비하고, 상기 대상 정보는 상기 대상의 뼈가 찍히는 의료용 화상을 적어도 포함하고, 상기 예측부는 상기 대상 정보 및 뼈에 대한 작용을 갖는 약제에 관한 약제 정보에 기초해 그 약제의 효과를 예측하는 약효 예측 모델을 갖는다.

[0006] 또한, 본 개시의 일 형태에 따른 제어 방법은, 대상의 뼈에 관한 대상 정보를 기억하는 기억 단계, 상기 대상 정보 및 뼈에 대한 작용을 갖는 약제에 관한 약제 정보에 기초해 그 약제의 효과를 예측하는 약효 예측 모델에 기초해, 상기 대상에게 약제를 투여한 경우의 그 약제의 효과에 관한 약효 예측 정보를 생성하는 생성 단계, 및 상기 약효 예측 정보를 수신하는 수신 단계를 포함하고, 상기 대상 정보는 상기 대상의 뼈가 찍히는 의료용 화상을 적어도 포함한다.

[0007] 또한, 본 개시의 각 형태에 따른 예측 시스템은 하나 또는 복수의 컴퓨터에 의해 실현될 수 있고, 이 경우에는, 컴퓨터를 상기 예측 시스템이 구비하는 각부(소프트웨어 요소)로서 동작시키는 것에 의해 상기 예측 시스템을 컴퓨터에서 실현시키는 예측 시스템의 제어 프로그램, 및 이를 기록한 컴퓨터 판독 가능한 기록 매체도 본 개시의 범주에 들어간다.

도면의 간단한 설명

[0008] 도 1은 본 개시의 일 실시 형태에 따른 예측 시스템의 구성예를 나타내는 도면이다.

도 2는 본 개시의 다른 실시 형태에 따른 예측 시스템의 구성예를 나타내는 도면이다.

도 3은 본 개시의 일 실시 형태에 따른 예측 장치의 구성의 일례를 나타내는 블록도이다.

도 4는 예측부가 실행하는 약효 예측 모델의 구성의 일례를 나타내는 도면이다.

도 5는 학습부에 의한 학습 처리의 흐름의 일례를 나타내는 플로우차트이다.

도 6은 예측 장치가 실시하는 처리의 흐름의 일례를 나타내는 플로우차트이다.

도 7은 예측 장치에 의해 실현되는 의료 서비스의 일례를 나타내는 도면이다.

도 8은 본 개시의 다른 실시 형태에 따른 예측 장치의 구성의 일례를 나타내는 블록도이다.

도 9는 다른 이유에 의한 화상 변화의 도출 근거에 관한 정보를 포함하는 가공 화상의 일례이다.

도 10은 다른 이유에 의한 화상의 변화를 포함한 경우와 제외한 경우의 양쪽 경우의 해석 결과를 표시한 브라우저 화상의 일례이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0009] 대상의 뼈의 상태를 개선하기 위한 약제에는, 골형성에 작용하는 약제, 골흡수에 작용하는 약제 및 골재형성의 밸런스를 조절하는 약제 등이 있다. 이들 약제는 단독으로 혹은 복수 종류의 약제를 조합해, 대상에게 투여된다.

[0010] 본 개시의 일 형태에 의하면, 대상에게 약제를 투여한 경우의 해당 약제의 효과를 고정확도로 예측할 수 있다.

[0011] 이하, 본 개시에 대해 상세하게 설명한다.

[0012] 대상의 뼈의 상태는, 골형성과 골흡수의 밸런스, 식사 및 운동 등의 생활 습관 및 유전 등에 의해 영향을 받을 수 있다. 예를 들면, 골다공증은 저골량과 골조직의 미세 구조의 이상을 특징으로 하며, 뼈의 취약성이 증대하고, 골절의 위험성이 증대하는 질환이다. 골다공증은 노인 및 폐경 후의 여성에서 많이 볼 수 있다. 골다공증은 이들로 한정되지 않고, 예를 들면 국소 순환 장애, 칼슘 대사 이상 등에 의해서도 발생할 수 있다.

[0013] 대상의 뼈 상태의 악화에 의해 운동 기능에서 중요한 부위의 골절 등을 일으킨 경우, 수술 및 입원이 필요할 가능성이 있다. 그 결과, 대상의 QOL(quality of life)를 현저하게 저하시킬 수 있다. 대상의 QOL의 저하를 저감시키기 위해서는, 가능한 한 조기에 대상의 뼈 상태의 악화 경향을 발견해, 적절한 약제의 투여를 포함한 적절한 방법에 의한 개입을 개시하는 것이 중요하다.

[0014] 이하, 본 개시에 따른 각 실시 형태에 대해 설명한다. 이하의 설명에서는, 대상이 사람인 경우(즉, 「대상자」)를 예로 들어 설명하지만, 대상은 사람으로 한정되지 않는다. 대상은, 예를 들면 말과, 고양이과, 개과, 소과 또는 돼지과 등의 사람 이외의 포유동물일 수 있다. 그리고, 본 개시는 후술하는 실시 형태 가운데 이들 동

물에 대해서도 적용 가능한 실시 형태라면, 「대상자」를 「동물」으로 대체한 실시 형태도 포함하는 것이다.

[0015] 〔실시 형태 1〕

[0016] (예측 장치(1)의 개요)

[0017] 본 개시의 일 형태에 따른 예측 장치(1)는, 대상자(이하, 「대상」이라고도 한다)에 관한 정보인 대상 정보 및 약제에 관한 약제 정보로부터, 대상자에게 약제를 투여한 경우의 그 약제의 효과에 관한 약효 예측 정보를 출력한다.

[0018] 대상 정보는, 대상자의 골절 위험 인자에 관한 골절 위험 인자 정보, 대상자의 뼈의 강도에 관한 골강도 정보, 대상자의 건강 상태에 관한 정보, 대상자의 뼈의 골밀도를 나타내는 골밀도 정보, 대상자의 뼈의 골대사 상태를 나타내는 골대사 정보, 및 대상자의 뼈가 찍혀 있는 의료용 화상 중 적어도 어느 하나를 포함한다. 본 개시에 있어서, 대상자의 뼈는 흉부, 요부, 경부, 고관절, 두부, 각부, 완부, 손가락 및 발 등의 대상자의 신체의 각 부위에 포함되는 복수의 뼈일 수 있다. 또는, 본 개시에 있어서, 대상자의 뼈는 대상자의 척추, 흉추, 요추, 골반, 경추, 두개골, 대퇴골, 종아리뼈, 경골, 요골, 중수골, 지골(손가락뼈), 종골, 중족골 및 지골(발가락뼈) 등의 특정의 뼈일 수도 있다.

[0019] 대상 정보는 대상자의 골절 위험 인자에 관한 골절 위험 인자 정보를 포함할 수 있다. 골절 위험 인자 정보는, 예를 들면 골절 리스크 평가 툴(FRAX(등록상표); Fracture Risk Assessment Tool)에 의해 이용되는 정보 또는 그 결과를 이용할 수 있다. 또한, 골절 위험 인자 정보는 아래와 같은 정보군 A 중 적어도 하나의 정보를 포함할 수 있다.

[0020] (정보군 A): 종별(예를 들면, 인종), 연령, 성별, 체중, 신장, 골절의 유무, 골절 개소, 골절력, 가족(예를 들면. 부모)의 골절력, 당질 코르티코이드, 관절 류머티즘, 연발성 골다공증, 기초 질환(예를 들면, 음식 및/또는 약제 알레르기, 골다공증의 발증과 관계가 있는 질환 및 관계가 없는 질환 등), 흡연력, 음주 습관(예를 들면, 음주 빈도 및 음주량 등), 직업력, 운동력, 과거 병력(예를 들면, 골질환의 과거 병력), 월경(예를 들면, 주기 및 유무 등), 폐경(예를 들면, 가능성 및 유무 등), 폐경 추정 시기(예를 들면, 추정되는 년월 또는 연월일 등), 인공 관절(예를 들면, 척추 이식 또는 슬관절 등의 종류, 유무 및 치환 수술의 시기), 혈액 검사의 결과, 요검사의 결과, 복용하고 있는 약제, 유전자 배열.

[0021] 정보군 A는 대상자의 골밀도, 골대사, 골절의 가능성, 및 골형성과 골흡수의 밸런스 등을 판단하는데 참고가 되는 정보이다. 그러므로, 정보군 A 중 적어도 하나의 정보를 포함하는 대상 정보를 이용함으로써, 예측 장치(1)는 대상자에게 투여하는 약제의 효과를 보다 고정확도로 예측할 수 있다.

[0022] 골절의 유무에 관한 정보는, 대상자를 촬상한 의료용 화상에 기초해 검지될 수 있다. 골절 개소는 대상자를 촬상한 의료용 화상에 기초해 추정되는 대상자의 골절 개소에 관한 정보일 수 있다. 또는, 골절의 유무에 관한 정보는, 장래 골절될 가능성이 높은 것으로 예측되는 대상자의 개소에 관한 정보일 수도 있다.

[0023] 혈액 검사의 결과에 관한 정보는, 예를 들면 생화학 검사, 당대사계 검사, 내분비계 검사 중 적어도 어느 하나의 결과에 관한 정보일 수 있다.

[0024] 생화학 검사에는, 예를 들면 아래와 같은 혈액 검사군 B 중 적어도 하나의 검사 결과에 관한 정보를 포함할 수 있다.

[0025] (혈액 검사군 B): 총단백(TP), 알부민(ALB), 아스파르트산 아미노 전달효소(AST), 알라닌 아미노 전달효소(ALT), 락트산 탈수소효소(LDH), 골형 ALP, 크레아티닌(Cre), 칼슘(Ca), 무기 인(IP), 총콜레스테롤(T-Cho), 고비중 리포단백질-콜레스테롤(HDL-C), 중성 지방(TG), 저비중 리포단백질-콜레스테롤(calculated LDL-C), C-반응성 단백질(CRP).

[0026] 당대사계 검사에는, 예를 들면 아래와 같은 당대사계 검사군 C 중 적어도 하나의 검사 결과에 관한 정보를 포함할 수 있다.

[0027] (당대사계 검사군 C): 글루코오스(Glu), 헤모글로빈 A1c(HbA1c).

[0028] 내분비계 검사에는, 예를 들면 아래와 같은 내분비계 검사군 D 중 적어도 하나의 검사 결과에 관한 정보를 포함할 수 있다.

[0029] (내분비계 검사군 D): 완전한 부갑상선 호르몬(intact PTH), 25-히드록시 비타민D(25(OH)D), 1.25-히드록시2

비타민D(1.25(OH)2D), 갑상선 자극 호르몬(YSH), CS, 에스트라 디올(E2), 유리형 테스토스테론(free-TST).

[0030] 혈액 검사의 결과에 관한 정보는, 예를 들면 아래와 같은 요검사군 E 중 적어도 하나의 검사 결과에 관한 정보를 포함할 수 있다.

[0031] (요검사군 E): 칼슘(Ca), 인(P), 크레아티닌(Cre).

[0032] 복용하고 있는 약제에 관한 정보는, 예를 들면 약제명, 복용하고 있는 양, 복약하고 있는 기간 등의 정보를 포함할 수 있다. 복용하고 있는 약제에 관한 정보는, 사용하고 있는 스테로이드제에 관한 정보를 포함할 수 있다.

[0033] 골밀도 정보는, 일례로서 대상자의 소정 부위의 뼈의 골밀도를 측정한 측정치일 수 있다. 골밀도는, DXA(dual-energy X-ray absorptiometry)법, 초음파법 및 MD(micro densitometry)법 등에 의해 측정될 수 있다. 또한, 골밀도는 대상자의 뼈가 찍혀 있는 단순 X선 화상, MRI(magnetic resonance imaging) 화상 및 CT(computed tomography) 화상, 초음파 화상, PET 화상으로부터 추정될 수 있다. DXA법은 두 종류의 다른 에너지의 X선을 사용해 골밀도를 측정하는 방법이다. DXA법은, 일반적으로 요추, 대퇴골 근위부, 요골 원위부를 대상으로 하여 측정될 수 있다. DXA법을 이용해 골밀도를 측정하는 DXA 장치에서는, 요추의 골밀도가 측정되는 경우, 대상자의 요추에 대해 그 정면에서 X선이 조사된다. 또한, DXA 장치에서는, 대퇴골 근위부의 골밀도가 측정되는 경우, 대상자의 대퇴골 근위부에 대해 그 정면에서 X선이 조사된다. 초음파법은 요추, 대퇴골, 뒤꿈치 및 정강이 등의 뼈에 초음파를 쏘아 골밀도를 측정하는 방법이다. 여기에서, 「요추에 대해 그 정면」 및 「대퇴골 근위부에 대해 그 정면」이란, 요추 및 대퇴골 근위부 등의 촬영 부위에 똑바로 마주보는 방향을 의도하고 있으며, 대상자의 몸의 배쪽이라도 되고, 대상자의 등쪽이라도 된다. 한편, 대퇴골 근위부는, 예를 들면 경부, 전자부, 골간부 및 전대퇴골 근위부(경부, 전자부 및 골간부) 중 적어도 하나의 부위를 포함한다. MD법은, X선을 이용해 손의 뼈 및 알루미늄판을 동시에 촬상하고, 촬상된 화상의 농담을 비교하는 것에 의해 골밀도를 측정하는 방법이다. MD법에 의해 골밀도를 측정하는 경우, 양손의 손등쪽에서 X선이 조사된다. MD법에 의해 측정되는 뼈의 부위는, 예를 들면 손의 제2 중수골이다. 측정 정확도가 높은 DXA법에 의해 측정된 골밀도를 나타내는 골밀도 정보를 이용함으로써, 예측 장치(1)로부터 출력되는 약효 예측 정보의 정확도를 향상시킬 수 있다. 골밀도 정보는, 골밀도를 대신해 후술하는 골질에 관한 정보라도 되고, 골밀도에 추가로 골질에 관한 정보가 포함되어도 된다.

[0034] 골밀도 정보는, 대상자의 뼈가 찍혀 있는 의료용 화상으로부터 예측 장치(1)에 의해 추정된, 상기 대상자의 뼈의 골밀도(추정치)일 수 있다. 또는, 골밀도 정보는, 대상자의 뼈가 찍혀 있는 의료용 화상으로부터 예측 장치(1)가 장래 예측한, 상기 대상자의 장래의 뼈의 골밀도(예측치)일 수도 있다. 이와 같이, 예측 장치(1)가, 대상자의 뼈가 찍혀 있는 의료용 화상으로부터 상기 대상자의 뼈의 골밀도를 추정 및/또는 장래 예측하는 구성일 수 있다. 이 경우, 예측 장치(1)는, 대상자의 뼈가 찍혀 있는 의료용 화상을 설명 변수로 하고, 상기 의료용 화상이 촬영된 대상자의 뼈의 골밀도의 측정치를 목적 변수로 하여 학습된 골밀도 추정/장래 예측 모델을 구비하고 있어도 된다. 예측 장치(1)는, 대상자의 뼈가 찍혀 있는 의료용 화상을 설명 변수로 하고, 상기 의료용 화상이 촬영된 시기로부터 소정의 시기가 경과한 대상자의 뼈의 골밀도의 측정치를 목적 변수로 하여 학습된 골밀도 장래 예측 모델을 구비하고 있어도 된다.

[0035] 예측 장치(1)는, 의료용 화상의 뼈 전체, 일부분으로부터 뼈의 골밀도 추정치 및 예측치의 적어도 하나를 산출해도 된다. 예측 장치(1)는, 의료용 화상의 일부분으로부터 뼈의 골밀도의 추정치 및 예측치를 산출하는 경우에 복수의 부분으로부터 뼈의 골밀도의 추정치 및 예측치의 적어도 하나를 산출해도 된다. 예측 장치(1)가 뼈의 골밀도의 추정치 및 예측치를 부분적으로 산출하는 경우, 예측 장치(1)는 해면골을 주로 포함하는 영역을 부분적으로 산출하거나, 피질골을 주로 포함하는 영역을 부분적으로 산출한다. 이와 같이 의료용 화상으로부터 부분적으로 골밀도의 추정치 및 예측치의 적어도 하나를 산출할 수 있는 것에 의해, 추골 또는 대퇴골 근위부의 골절을 예측하기 쉬워진다. 골밀도로 한정되지 않고, 후술하는 골질도 의료용 화상의 뼈 전체 또는 일부분으로부터 산출할 수 있다. 의료용 화상의 일부분으로부터 골밀도 또는 골질에 착안하는 방법으로는, 예를 들면 학습된 세그멘테이션법 등을 이용할 수 있다.

[0036] 골밀도는, 예를 들면 골다공증의 가이드라인(이것으로 한정되지 않지만, 예를 들면 일반 사단법인 일본 골다공증 학회 예방과 치료 가이드라인 2015년판 등, 이하 동일)에 사용되는 값을 이용할 수 있다. 또한, 골밀도는 뼈의 밀도에 관련된 값이면 되고, 독자적인 지표를 이용할 수 있다. 구체적으로, 골밀도는, 예를 들면 단위 면적당 골무기질 밀도(g/㎠), 단위 체적당 골무기질 밀도(g/㎤), YAM(%), T스코어 및 Z스코어 중 적어도 1 종류에 의해 표시될 수 있다. YAM은 「Young Adult Mean」의 약어이며, 청년 성인 평균 퍼센트, 청년 평균 퍼센트라고도 불린다. 골밀도 정보는 골밀도의 측정치, 추정치 및 예측치의 적어도 하나 외에, 그 부위(예를 들면, 대퇴골 근위부 및 추골의 적어도 하나)에 관한 정보를 포함해도 된다.

[0037] 여기에서, 예측 장치(1)는, 의료용 화상의 대체로서, DXA 장치, MD법, 초음파법 등에 의해 측정된 대상자의 뼈의 골밀도를 골밀도 정보로서 이용하는 구성이라도 된다. 이 경우, 대상자가, 예를 들면 DXA 장치로 1년 이내에 측정한 골밀도를 골밀도 정보로서 이용할 수 있다. 또는, 골밀도 정보는, DXA 장치로 측정한 골밀도와, 골절 위험 인자 정보 및 골대사 정보 중 적어도 하나로부터 예측 장치(1)가 예측한 상기 대상자의 뼈에 대한 장래의 골밀도라도 된다.

[0038] 골대사 정보는, 대상자의, 골아세포에 관한 골형성 마커 정보, 파골세포에 관한 골흡수 마커 정보, 및 골질에 관한 골매트릭스 관련 마커 정보 중 적어도 어느 하나를 포함하고 있어도 된다. 골대사 정보는, 예를 들면 대상자의 혈액 또는 뇨의 검체로부터 분석할 수 있다. 골대사 정보는, 예를 들면 약제 치료전에 분석한 데이터를 이용할 수 있다. 골대사 정보는, 예를 들면 1회 분석한 데이터라도 되고, 여러 차례 채취한 검체를 분석한 복수의 데이터라도 된다. 복수의 데이터가 있는 경우, 골대사 정보로서 변화율, 평균치 또는 기초치를 이용할 수 있다. 또한, 골대사 정보는, 예를 들면 약제 치료전에 분석한 것에 추가로, 약제 치료 후(예를 들면, 약제 투여 개시부터 3~6개월 경과 후 등)에 분석한 것을 이용할 수 있다.

[0039] 여기에서, 골형성 마커 정보는 알칼리성 포스파타아제 및 I형 프로콜라겐-N-프로펩티드 중 적어도 어느 하나에 관한 정보일 수 있고, 골흡수 마커 정보는 디옥시피리디놀린, I형 콜라겐 가교 N-텔로펩타이드, 및 I형 콜라겐 가교 C-텔로펩타이드, 주석산염 저항성 산성 포스파타아제 5b 중 적어도 어느 하나에 관한 정보일 수 있고, 골매트릭스 관련 마커 정보는 저카르복실화 오스테오칼신, 펜토시딘 및 호모시스테인 중 적어도 어느 하나에 관한 정보일 수 있다.

[0040] 골질은, 예를 들면 뼈의 통계적인 성질, 뼈의 형상적인 성질, 뼈의 역학적인 성질 및 뼈의 화학적인 성질의 적어도 하나에 기초하는 것을 이용할 수 있다. 골질은, 예를 들면 골대사 마커, 성별, 인종, 폐경의 유무, 연령, 피질골의 상태, 해면골의 상태, 해면골의 골소주의 상태, 질병 정보, 골평가 정보, 약제 정보 및 골절의 유무 중 적어도 하나에 기초하는 것을 이용할 수 있다. 보다 구체적으로는, 골질은, 예를 들면 골형성 마커, 골흡수 마커, 골질 마커(예를 들면, 비타민 K의 값), 피질골의 두께, 골소주의 밀도, 골소주의 방향 및 해면골 구조 지표(trabecular bone score) 중 적어도 하나를 이용할 수 있지만, 이것으로 한정되는 것은 아니다. 해면골 구조 지표는, 정면(대상자의 전후 방향)의 요추 DXA 화상의 로우 데이터(밀도의 농담 화상)로부터 구한 지표이다.

[0041] 질병 정보에는, 예를 들면 골다공증, 류머티즘, 골괴사(예를 들면, 대퇴골두 괴사증 등), 전신성 경화증, 신장병 및 대리석골병 등의 적어도 하나가 포함되어 있어도 된다. 골평가 정보는, 골절 리스크 평가 툴에 의해 평가된 정보가 포함되어 있어도 된다. 약제 정보에는, 예를 들면 골흡수를 억제하는 약제, 골형성을 촉진하는 약제 및 기타 약제(예를 들면, 칼슘 제재, 비타민 제재, 여성 호르몬 제재 등) 중 적어도 하나를 포함하는 약제에 관한 상품명, 일반명, 투여량, 투여 기간 및 투여 방법(예를 들면, 경구, 정맥내 주사, 근육내 주사, 피하 주사 등) 중 적어도 하나가 포함되어 있어도 된다.

[0042] 또한, 골질로서, 예를 들면 골수강 형상의 타입을 포함해도 된다. 골수강 형상은, 예를 들면 Dorr 분류를 이용할 수 있다. 골수강 형상은, 예를 들면 피질골의 두께 및 골수강의 형상 중 적어도 하나를 이용해, 다음과 같이 분류할 수 있다.

[0043] Type A: 피질골이 두껍고, 골수강이 좁고 가는 타입.

[0044] Type B: Type A와 Type C의 중간이며, 골수강이 좁은 것도 넓은 것도 아닌 타입.

[0045] Type C: 피질골이 얇고, 골수강이 넓은 타입.

[0046] 예측 장치(1)는, 예측 대상이 되는 대상자의 뼈의 골밀도, 뼈의 형상 및 뼈의 주위의 조직(예를 들면, 힘줄 등)의 상태 등이 해석 가능한 임의의 의료용 화상을 이용할 수 있다. 그러므로, 의료용 화상은, 예를 들면 단순 X선 화상, CT(Computed Tomography) 화상, MRI(Magnetic Resonance Imaging) 화상, PET 화상 및 초음파 화상 중 적어도 하나를 포함하고 있으면 된다. 의료용 화상으로서 단순 X선 화상을 이용하는 경우, 단순 X선 화상의 촬영 부위는 특별히 한정되지 않는다. 의료용 화상으로서 이용하는 단순 X선 화상에는, 예를 들면 대상자의 두부, 경부, 흉부, 요부, 고관절, 슬관절, 다리 관절, 족부, 발가락, 견관절, 팔꿈치 관절, 손관절, 수부, 손가락, 또는 악관절 중 적어도 어느 하나가 찍혀 있으면 된다. 또한, 대상자의 뼈의 골밀도 및 골절 부위 등을 추정하기 위해 이용되는 추정용 단순 X선 화상은, 대상 부위가 정면에서 찍히는 정면상이라도 되고, 대상 부위가 측면에서 찍히는 측면상이라도 된다. 의료용 화상으로서 CT 화상을 이용하는 경우, 예를 들면 3차원 화상, 두부과 각부를 연결하는 체축과 수직인 방향의 단면 화상(예를 들면, 수평단) 및 체축에 평행한 방향의 단면 화상(예를 들면, 시장 단면 또는 관상 단면 등) 중 적어도 하나를 이용할 수 있다.

[0047] 해석 대상이 되는 부위가 대상자의 고관절(대퇴골 경부 및 골두 등)인 경우, 예측 장치(1)는, 축위상 및 라우엔슈타인상 등의, 정면 및 측면과는 다른 방향으로부터 촬영된 단순 X선 화상을 의료용 화상으로서 이용해도 된다.

[0048] 대상 정보에는, 대상 정보에 포함되는 각 정보에 대응하는 시간 정보가 포함되어 있어도 된다. 시간 정보는, 대상 정보에 포함되는 각 정보가 취득된 시기 또는 시점, 대상자의 검사를 실시한 검사일, 대상자를 진단한 진단일 및 각 정보가 전자 진료 기록 등에 입력된 일자 등이라도 된다.

[0049] 대상 정보는 상기와 같은 시간 정보를 포함하는 정보라도 되고, 실질적으로 현시점의 대상자에 관한 정보라도 된다. 「실질적으로 현시점」이란, 소정의 기간을 현시점과 동일하게 간주하는 것을 의도하고 있다. 여기에서, 소정의 기간은 임의로 설정 가능해도 된다. 예를 들면, 과거 3개월 이내, 과거 반년 이내 또는 과거 1년 이내를 소정의 기간으로서 설정 가능하다. 보다 구체적으로는, 대상 정보의 하나를 취득한 시점과 다른 대상 정보를 취득한 시점이 소정의 기간 내에서 어긋나 있는 경우에도 같은 시점으로 간주할 수 있다. 대상 정보는, 예를 들면 대상자의 골밀도 정보 및 골대사 정보를 취득한 시점, 또는, 대상자의 뼈를 촬상한 의료용 화상이 촬상된 시점에서의 대상자에 관한 정보라도 된다.

[0050] 대상 정보는, 현시점이 아니라, 과거 혹은 장래의 대상자에 관한 정보라도 된다. 예를 들면, 대상 정보는, 대상자의 골밀도 정보 및 골대사 정보를 과거에 취득한 시점, 혹은, 대상자의 뼈를 촬상한 의료용 화상이 과거에 촬상된 시점에서의 대상자에 관한 정보라도 된다.

[0051] 약제 정보는, 골형성에 대한 작용, 골흡수에 대한 작용 및 골재형성의 밸런스를 조절하는 작용 등의 적어도 어느 하나를 갖는 약제에 관한 정보를 포함할 수 있다. 약제 정보는, 적어도 약제의 명칭 및/또는 작용 기전에 관한 정보를 포함할 수 있다. 이와 같은 약제 정보를 이용함으로써, 예측 장치(1)는 대상자에게 투여하는 약제의 효과를 보다 고정확도로 예측할 수 있다. 약제 정보는, 각 약제의 화학 구조식 및 물성에 관한 정보를 포함할 수 있다.

[0052] 약제의 명칭은, 예를 들면 유효 성분의 화학명, 일반명, 상품명 및 관용명 중 적어도 하나를 이용할 수 있다. 약제의 명칭으로 약제 제조사, 임상 시험 기관 또는/및 의료 기관 등의 개발 코드를 이용해도 된다. 이들 약제의 명칭은, 하나로 한정되지 않고, 복수의 명칭을 보유해도 되고, 이 경우, 데이터의 활용성을 향상시킬 수 있다. 작용 기전에 관한 정보로는, 예를 들면 약제에 포함되는 약효 성분이 표적 분자에 작용하는 기전에 관한 생화학적인 정보, 약효 성분이 표적 분자에 작용하기 위해 중요한 조건에 관한 생리학적 및 약리학적인 정보 등이라도 된다. 또는, 작용 기전에 관한 정보는, 예를 들면 골형성에 대한 작용, 골흡수에 대한 작용 및 골재형성의 밸런스를 조절하는 작용 중 적어도 하나에 관한 정보가 포함되어 있어도 된다.

[0053] 또한, 약제 정보는, 각 약제의 제형, 제조원, 로트 번호, 제조 번호, 투여 방법, 투여 조건, 투여 기간, 투여 간격, 금기 정보, 부작용 정보, 약가, 가격 및 승인국에 관한 보조 정보를 포함할 수 있다. 투여 방법에는, 예를 들면 경구 투여 또는 주사 등이 포함되어 있어도 된다. 또한, 투여 방법에서의 주사에는, 정맥내, 근육내, 골수강내 또는 피하 등의 주사 부위에 관한 정보가 포함되어 있어도 된다. 이들 보조 정보도 포함하는 약제 정보를 이용하는 경우, 예측 장치(1)는, 각 약제에 관한 보조 정보와 함께 약효 예측 정보를 출력하고, 약효 예측 정보 및 보조 정보를 의료 관계자에게 제시해도 된다. 또는, 예측 장치(1)는, 각 보조 정보에 관해, 약제를 투여한 경우의 그 약제의 효과에 관한 약효 예측 정보를 출력해도 된다. 이에 따라, 예측 장치(1)는, 대상자에 대한 약제 투여를 포함하는 치료 계획을 결정하는 의료 관계자를 지원할 수 있다. 여기에서, 약제의 효과란, 약제를 대상으로 투여했을 경우 대상에게 미치는 영향이며, 영향의 정도 및/또는 유무를 포함한다.

[0054] 약효 예측 정보는, 대상자의 뼈가 골절될 리스크가, 대상자로의 약제의 투여에 의해 어떻게 변화하는지를 나타내는 골절 리스크 정보라도 된다. 약효 예측 정보에서의 골절 리스크 정보는, 예를 들면 골절 리스크가 높아지는 것, 동일한 정도인 것, 및 낮아지는 것 중의 어느 하나를 나타내는 정보를 포함한다. 또는, 약효 예측 정보는, 대상자의 뼈에 대한 장래의 골밀도의 예측 결과라도 된다. 또는, 약효 예측 정보는, 대상자의 뼈에 대한 현재의 골밀도의 예측 결과라도 된다. 약효 예측 정보는, 대상자로의 투여가 검토되고 있는 약제가, 대상자의 뼈의 상태를 개선시킬 수 있는지 여부에 관한 정보라도 된다. 또는, 약효 예측 정보는, 대상자로의 투여가 검토되고 있는 약제가, 대상자의 뼈의 상태를 어느 정도 개선시킬 수 있는지에 관한 정보라도 된다. 약효 예측 정보는, 대상자로의 약제의 투여를 소정 기간 계속한 후의 해당 대상자의 뼈의 상태를 나타내는 정보, 또는, 해당 대상자의 뼈에 생기는 소정 기간 전후에서의 변화를 나타내는 정보라도 된다. 뼈의 상태에 작용하는 약제에는, 즉효성을 갖지 않고, 소정 기간의 투여 후에 효과가 발현되는 것이 있다. 상기의 구성에 의하면, 예측 장치

(1)는, 즉효성을 갖지 않는 약제라도, 해당 약제의 효과를 나타내는 약효 예측 정보를 출력할 수 있다.

[0055] 약효 예측 정보는, 대상으로의 투여를 소정 기간 계속한 경우, 해당 대상의 뼈의 상태를 변화시킬 수 있는 약제에 관한 정보 대상자로의 투여를 검토해야 할 약제에 관한 예측 정보라도 된다. 이 경우, 약효 예측 정보는, 골형성에 대한 작용을 갖는 약제에 관한 정보, 골흡수에 대한 작용을 갖는 약제에 관한 정보, 및 골재형성의 밸런스를 조절하는 약제에 관한 정보 등의 적어도 어느 하나를 포함하고 있어도 된다. 약효 예측 정보가, 상기의 양쪽 모두의 약제에 관한 정보를 포함하고 있는 경우, 약효 예측 정보에 포함되는 각 약제에 대해, 골형성에 작용하는 약제인지, 골형성에 작용하는 약제인지를 나타내는 작용 정보가 대응 지워져 있어도 된다.

[0056] 골형성에 대한 작용을 갖는 약제는, 이것으로 한정되는 것은 아니지만, 예를 들면 테리파라타이드 아세트산염 및 테리파라타이드(유전자 재조합) 등을 들 수 있다. 또한, 골흡수에 대한 작용을 갖는 약제는, 이것으로 한정되지 않지만, 예를 들면 칼시토닌 제재, 비스포스포네이트 제재 및 항RANKL 단일 클론 항체 등을 들 수가 있다. 또한, 골재형성의 밸런스를 조절하는 작용을 갖는 약제로는, 활성형 비타민D3 제재(예를 들면, 칼시트리올, 엘데칼시톨 또는 알파칼시돌 등) 등을 들 수 있다.

[0057] 약효 예측 정보는, 보다 구체적으로, 소정 약제의 대상자에 대한 개선 정도를 퍼센티지로 나타내는 정보라도 되고, 골밀도의 개선 비율을 퍼센티지로 나타내는 정보라도 된다.

[0058] 또한, 약효 예측 정보는, 예를 들면 대상자에게 약제를 투여하는 투여 기간 등에 따른 약효에 관한 예측 정보를 복수 개 포함하고 있어도 된다. 구체적으로는, 약효 예측 정보는, 대상자에게 약제를 투여하는 투여 기간이, 예를 들면 3개월, 6개월간, 1년간 및 3년 후 등인 경우의 각각에서의 약효에 관한 예측 정보를 2개 이상 포함하고 있어도 된다. 또는, 약효 예측 정보는, 복수의 약제에서의 예측 정보를 포함하고 있는 경우에, 각각의 약제에서 적절한 투여 기간이 달라도 된다. 또는, 약효 예측 정보는 가이드라인 등에서 정해지는 클래스 분류가 바뀌는 시기(예를 들면, 「골다공증」의 클래스로부터 「골량 감소」의 클래스로 추이하는 시기)에서의 약효에 관한 예측 정보라도 된다.

[0059] 또한, 약효 예측 정보는, 투여하는 약제에 의해, 대상자의 뼈가 어떻게 변화하는지에 관한 예측 결과를 나타내는 예측 화상을 포함하고 있어도 된다. 이와 같은 약효 예측 정보에는, 대상의 뼈가 찍혀 있는 의료용 화상을 포함하는 대상 정보가 이용된다. 예측 화상은, 대상자의 뼈의 변화를 나타내는 예측 결과 외에, 해당 뼈의 주위의 조직 등으로의 영향을 나타내는 예측 결과를 나타내고 있어도 된다. 또한, 예측 화상은 투여 기간의 경과와 함께 예측 화상을 복수 개 표시시켜도 되고, 1개의 화상 영역에서 예측 화상을 동영상과 같이 변화시켜도 된다. 복수 개의 예측 화상의 표시는, 예를 들면 복수의 투여 기간에 따른 예측 화상의 병렬 표시 등이라도 된다.

[0060] 또한, 약효 예측 정보로서, 대상자에게 약제를 투여했을 경우에 예측되는 부작용에 관한 부작용 예측 정보를 포함해도 된다. 부작용 예측 정보는, 예를 들면 이하의 부작용군 중 적어도 하나의 부작용에 관한 정보일 수 있다.

[0061] (부작용군) 권태감, 알레르기 반응, 아나필락틱 쇼크, 두통, 구토, 위장 장애, 변비, 혈관 장애, 속 쓰림, 신장 장애, 간 장애, 황달, 고Ca혈증, 저Ca혈증, 악골 괴사, 악골 골수염, 외이도골 괴사, 요로 결석, 경련, 심계항진, 식욕 부진 및 고요산혈증.

[0062] 부작용 예측 정보는, 약제가 투여된 대상자에게 발생할 가능성이 있는 구체적인 부작용에 관한 예측 정보를 포함하고 있어도 되고, 해당 대상자에게 하나 또는 복수의 부작용이 발생할 가능성을 나타내는 정보(발생 확률 등)를 포함하고 있어도 된다. 부작용 예측 정보는, 대상자에게 약제를 투여하는 투여 기간 등에 따른 부작용의 발생에 관한 예측 정보를 복수 개 포함하고 있어도 된다. 또한, 부작용 예측 정보는, 예측 대상의 약제와는 상이한 다른 약제의 섭취, 식사, 또는 일상 행동에 의해, 대상자에게 부작용이 발생하는 확률이 어떻게 변화하는지를 예측한 예측 정보를 포함할 수 있다. 예를 들면, 부작용 예측 정보는, 예측 대상의 약제와는 다른 약제를 어느 정도(예를 들면, 섭취 기간 및 섭취량) 섭취하면, 대상자에게 부작용이 발생할 확률이 어떻게 변화하는지를 나타내는 예측 정보를 포함할 수 있다.

[0063] 예측 장치(1)는, 대상자에게 약제를 투여했을 경우에, 해당 약제의 효과를 고정확도로 예측한 약효 예측 정보를 출력한다. 이에 따라, 예측 장치(1)는, 대상자의 뼈의 상태가 약제의 투여에 의해 어떻게 변화할 수 있는지를, 그 약제를 투여하고 있지 않은 시점에서, 대상자 및 대상을 담당하는 의료 관계자 등에 제시할 수 있다.

[0064] (예측 시스템(100a)의 구성)

[0065] 우선, 본 개시의 일 형태에 따른 예측 시스템(100a)의 구성에 대해, 도 1을 이용해 설명한다. 도 1은 예측 장치

(1)를 도입한 의료 시설(8)에서의 예측 시스템(100a)의 구성예를 나타내는 도면이다. 이하에서는, 대상 정보로서, 대상자의 뼈가 촬상된 의료용 화상을 취득하는 예측 장치(1)를 예로 들어 설명한다.

[0066] 예측 시스템(100a)은, 예측 장치(1), 및 예측 장치(1)와 통신 가능하게 접속된 하나 이상의 단말 장치(7)를 포함하고 있다. 예측 장치(1)는, 대상자의 뼈가 찍혀 있는 의료용 화상으로부터 약효 예측 정보를 출력하고, 그 약효 예측 정보를 단말 장치(7)로 송신하는 컴퓨터이다. 예측 장치(1)는, 클라우드형의 장치라도 되고, 의료 시설(8) 또는 해석 서비스를 제공하는 기업 내에 마련된 온프레미스(On-Premises)형의 장치라도 된다.

[0067] 단말 장치(7)(수신부)는, 예측 시스템(100a)에서, 약효 예측 정보를 수신하는 수신부로서 기능한다. 즉, 단말 장치(7)는, 예측 장치(1)로부터 약효 예측 정보를 수신하고, 그 약효 예측 정보를 제시한다. 단말 장치(7)는, 의료 시설(8)에 소속하는 의사 등의 의료 관계자가 사용하는 컴퓨터이다. 단말 장치(7)는, 예를 들면 퍼스널 컴퓨터, 태블릿 단말, 스마트폰 등이다. 단말 장치(7)는, 타장치와의 데이터 송수신을 실시하는 통신부, 키보드 및 마이크 등의 입력부, 약효 예측 정보에 포함되는 정보를 표시 가능한 표시부, 스피커 등의 출력부 등을 갖고 있다. 도 1에 나타내는 의료 시설(8) 내에는, LAN(local area network)이 배설되어 있고, 예측 장치(1) 및 단말 장치(7)가 LAN에 접속되어 있는 예를 나타내고 있지만, 이것으로 한정되지 않는다. 예를 들면, 의료 시설(8) 내의 네트워크는, 인터넷, 전화 통신 회선 네트워크, 광섬유 통신 네트워크, 케이블 통신 네트워크 및 위성 통신 네트워크 등이 적용되어 있어도 된다.

[0068] 의료 시설(8) 내의 LAN에는, 예측 장치(1) 및 단말 장치(7) 외에, 예측 시스템(100a)에서 대상 정보를 기억하는 기억부로서 기능할 수 있는 의료용 화상 관리 장치(6)(기억부)가 통신 가능하게 접속되어 있어도 된다. 의료용 화상 관리 장치(6)는, 의료 시설(8)에서 촬상된 의료용 화상을 관리하기 위한 서버로서 기능하는 컴퓨터이다. 이 경우, 예측 장치(1)는, 의료용 화상 관리 장치(6)로부터 대상자의 뼈가 찍혀 있는 의료용 화상을 취득해도 된다.

[0069] 의료 시설(8) 내의 LAN에는, 예측 시스템(100a)에서 대상 정보를 기억하는 기억부로서 기능할 수 있는 전자 진료 기록 관리 장치(5)(기억부)가 통신 가능하게 접속되어 있어도 된다. 전자 진료 기록 관리 장치(5)는, 대상자에 관한 각종 대상 정보를 관리하기 위한 서버로서 기능하는 컴퓨터이다. 이 경우, 예측 장치(1)는, 전자 진료 기록 관리 장치(5)로부터 대상자에 관한 각종 대상 정보를 취득해도 된다.

[0070] 의료 시설(8) 내의 LAN은 외부의 통신 네트워크와 통신 가능하게 접속되어 있어도 된다. 의료 시설(8)에 있어서, 예측 장치(1)와 단말 장치(7)가 LAN를 통하지 않고 직접 접속되어 있어도 된다.

[0071] (예측 장치(1)의 구성)

[0072] 계속해서, 도 1에 나타내는 예측 시스템(100a)에 적용된 예측 장치(1)의 구성에 대해, 도 3을 이용해 설명한다. 도 3은 예측 장치(1)의 구성예의 일례를 나타내는 블록도이다.

[0073] 예측 장치(1)는, 예측 장치(1)의 각부를 통괄적으로 제어하는 제어부(2), 및 제어부(2)가 사용하는 각종 데이터를 기억하는 기억부(3)를 구비한다. 제어부(2)는 취득부(21), 약제 정보 적용부(22), 예측부(23), 출력 제어부(24) 및 학습부(25)를 구비한다. 기억부(3)에는, 예측 장치(1)의 각종 제어를 행하기 위한 프로그램인 제어 프로그램(31) 외에, 학습 데이터(32), 약제 데이터베이스(33) 및 학습된 약효 예측 모델(34)(약효 예측 모델)이 저장되어 있다. 일례에 있어서, 기억부(3)에 대상 정보가 저장되어 있어도 된다.

[0074] <취득부(21)>

[0075] 취득부(21)는, 대상자의 골절 위험 인자에 관한 위험 인자 정보, 대상의 골밀도를 나타내는 골밀도 정보, 해당 대상의 골대사 상태를 나타내는 골대사 정보, 및 해당 대상의 뼈가 찍혀 있는 의료용 화상 중 적어도 어느 하나를 포함하는 대상 정보를 취득한다. 예를 들면, 도 3에 나타내는 취득부(21)는, 전자 진료 기록 관리 장치(5)로부터, 대상의 골절 위험 인자에 관한 위험 인자 정보, 대상자의 골밀도를 나타내는 골밀도 정보, 및 골대사 상태를 나타내는 골대사 정보를 취득할 수 있다. 도 3에 나타내는 취득부(21)는, 의료용 화상 관리 장치(6)로부터, 대상자의 뼈가 찍힌 화상인 의료용 화상을 취득할 수 있다. 대상 정보는, 예측부(23)에 입력되는 입력 데이터이다.

[0076] <약제 정보 적용부(22)>

[0077] 약제 정보 적용부(22)는, 골형성에 대한 작용, 골흡수에 대한 작용, 및 골재형성의 밸런스를 조절하는 약제에 관한 정보 중 적어도 어느 하나를 갖는 약제에 관한 약제 정보를 취득한다. 예를 들면, 도 3에 나타내는 바와 같이, 약제 정보 적용부(22)는, 기억부(3)의 약제 데이터베이스(33)를 읽어내 약제 정보를 취득해도 된다.

또는, 약제 정보 적용부(22)는, 인터넷 등의 네트워크를 통해, 외부의 약제 정보 관리 장치로부터 약제 정보를 취득해도 된다. 약제 정보는, 예측부(23)에 입력되는 입력 데이터가 될 수 있다.

[0078] <예측부(23)>

[0079] 예측부(23)는, 뼈에 대한 작용을 갖는 약제에 관한 약제 정보에 기초해 해당 약제의 효과를 예측하는 학습된 약효 예측 모델(34)에, 대상 정보를 입력하는 것에 의해, 대상자에게 약제를 투여한 경우의 그 약제의 효과에 관한 약효 예측 정보를 생성하고 출력한다. 예측부(23)는, 대상자의 뼈에 대한 장래의 골밀도와 현재의 골밀도의 차이를 나타내는 예측 결과, 및 대상자의 뼈의 골밀도의 현재로부터의 변화를 나타내는 예측 결과 중 적어도 어느 하나를 약효 예측 정보로서 출력할 수 있다.

[0080] 예측부(23)는, 예를 들면 대상 정보로서 대상자의 의료용 화상 및 골대사 정보 등이 입력되었을 경우, 해당 대상자에게 투여 예정인 약제에 관한 약제 정보가 입력되지 않아도, 해당 대상자로의 투여를 검토해야 할 약제에 관한 리스트 및 해당 리스트에 포함되는 각 약제의 효과에 관한 약효 정보(후술)를 출력하는 구성이라도 된다. 즉, 예측부(23)가 약효 정보를 출력하기 위해, 약제 정보의 입력이 필수는 아니다.

[0081] 예측부(23)는 대상자의 골절 개소에 관한 예측 결과를 출력해도 된다. 또는, 예측부(23)는 대상자가 장래 골절될 가능성을 나타내는 예측 결과를 출력해도 된다. 예측부(23)로부터 출력되는 정보의 구체적인 예에 대해서는 후술한다(도 7 참조).

[0082] 학습된 약효 예측 모델(34)은, 약제가 투여된 복수의 피검체의 각각에 관한 피검체 정보 및 피검체의 각각에 투여된 약제에 관한 약제 정보를 설명 변수로 하고, 피검체의 각각에서의 약제의 효과를 목적 변수로 하는 학습 데이터(32)를 이용해 학습되어 있어도 된다. 학습된 약효 예측 모델(34)은, 예를 들면 미학습의 뉴럴 네트워크에 대해, 후술하는 학습부(25)가 학습 처리를 실시한 결과 얻어지는 모델이다. 피검체는 대상과 같은 생물종이면 되고, 이하에서는, 피검체가 사람인 경우를 예로 들어 설명한다.

[0083] 예측부(23)는, 투약을 한 경우의 예측 결과와 투약을 하지 않은 경우의 예측 결과를 출력해도 된다. 이 경우, 학습된 약효 예측 모델(34)은, 약제가 투여된 복수의 피검체의 각각에 관한 피검체 정보 및 약제가 투여되지 않은 복수의 피검체의 각각에 관한 피검체 정보를 설명 변수로 하고, 피검체의 각각에서의 약제의 효과를 목적 변수로 하는 학습 데이터(32)를 이용해 학습되어 있어도 된다.

[0084] 예측부(23)는, 다른 종류의 약을 투약한 경우의 예측 결과를 출력해도 된다. 이 경우, 학습된 약효 예측 모델(34)은, 약제 A가 투여된 복수의 피검체의 각각에 관한 피검체 정보, 및 약제 A와는 종류가 다른 약제 B가 투여된 복수의 피검체의 각각에 관한 피검체 정보를 설명 변수로 하고, 피검체의 각각에서의 약제의 효과를 목적 변수로 하는 학습 데이터(32)를 이용해 학습되어 있어도 된다.

[0085] 예측부(23)는, 다른 조합의 약제를 투약한 경우의 예측 결과를 출력해도 된다. 이 경우, 학습된 약효 예측 모델(34)은, 약제의 조합이 상이한 복수의 피검체의 각각에 관한 피검체 정보를 설명 변수로 하고, 피검체의 각각에서의 약제의 효과를 목적 변수로 하는 학습 데이터(32)를 이용해 학습되어 있어도 된다.

[0086] 예측부(23)는, 대상 정보(예를 들면, 의료용 화상) 및 약효 정보가 입력층(231)(도 4 참조)에 입력된 것에 응답하여, 학습된 약효 예측 모델에 기초해 연산을 실시하고, 약효 예측 정보를 출력층(232)(도 4 참조)으로부터 출력한다. 예측부(23)는, 일례로서 대상 정보 및 약효 정보로부터 특징량을 추출해, 입력 데이터로서 이용하는 구성이어도 된다. 상기 특징량의 추출에는, 이하에 예로 드는 바와 같은 공지의 알고리즘이 적용될 수 있다.

[0087] · 합성곱 신경망(CNN: convolutional neural network).

[0088] · 오토인코더(auto encoder).

[0089] · 순환 신경망(RNN: recurrent neural network).

[0090] · LSTM(Long Short-Term Memory).

[0091] · ConvLSTM(Convolutional Long Short-Term Memory).

[0092] 학습된 약효 예측 모델(34)은, 예측부(23)가 입력 데이터에 기초해 연산을 실시할 때 이용하는 연산 모델이다. 미학습의 뉴럴 네트워크에 대해, 후술하는 학습 데이터(32)를 이용한 기계 학습을 실행하는 것에 의해, 학습된 약효 예측 모델(34)이 생성된다. 학습 데이터(32), 뉴럴 네트워크의 구성, 및 학습 처리의 구체적인 예에 대해서는 후술한다.

[0093] <출력 제어부(24)>

[0094] 출력 제어부(24)는, 예측부(23)로부터 출력된 약효 예측 정보를 단말 장치(7)로 송신한다. 예측 장치(1)가 표시부(미도시)를 구비하는 구성이라도 된다. 그 경우, 출력 제어부(24)는 표시부에 약효 예측 정보를 표시시킨다.

[0095] <학습부(25)>

[0096] 학습부(25)는, 미학습의 뉴럴 네트워크에 대한 학습 처리를 제어한다. 학습부(25)는, 미학습의 뉴럴 네트워크에 대한 학습 처리를 실행함으로써, 해당 뉴럴 네트워크로부터 예측부(23)로서 기능하는 뉴럴 네트워크를 작성한다. 이 학습에는, 학습 데이터(32)(후술)가 이용된다. 학습부(25)가 실시하는 학습의 구체적인 예에 대해서는 후술한다.

[0097] (학습 데이터(32))

[0098] 학습 데이터(32)는, 미학습의 뉴럴 네트워크로부터 학습된 약효 예측 모델(34)을 생성하기 위한 기계 학습에 이용된다, 설명 변수 및 목적 변수를 포함하는 데이터이다. 학습 데이터(32)에서, 약제가 투여된 복수의 피검체의 각각에 관한 피검체 정보 및 피검체의 각각에 투여된 약제에 관한 약제 정보가 설명 변수이며, 피검체 각각에서의 약제의 효과가 목적 변수이다.

[0099] 여기에서, 피검체 정보는, 피검체의 골절 위험 인자에 관한 위험 인자 정보, 피검체의 골밀도를 나타내는 골밀도 정보, 피검체의 골대사 상태를 나타내는 골대사 정보, 및 피검체의 뼈가 찍혀 있는 의료용 화상 중 적어도 어느 하나를 포함하는 정보이다. 피검체 정보는, 피검체의 골절 위험 인자에 관한 위험 인자 정보를 포함해도 된다. 골절 위험 인자 정보는, 아래와 같은 전술한 정보군 A 중 적어도 하나의 정보를 포함할 수 있다. 여기에서, 골밀도 정보는 피검체의 소정 부위의 골밀도를 측정한 측정치라도 된다. 골밀도는, DXA(dual-energy X-ray absorptiometry)법, 초음파법 및 MD(micro densitometry)법 등에 의해 측정된 것이라도 된다. 또는, 골밀도는, 대상자의 뼈가 찍혀 있는 단순 X선 화상, MRI(magnetic resonance imaging) 화상, PET(Positron Emission Tomography) 화상 및 CT(computed tomography) 화상으로부터 추정된 것이라도 된다.

[0100] 피검체의 각각에서의 약제의 효과는, 각 피험자에게 투여된 약제가 각 피험자의 뼈의 상태를 개선시킨 정도의 크기라도 된다. 또는, 피검체의 각각에서의 약제의 효과는, 소정 기간 계속해 약제가 투여된 후의 각 피험자의 뼈의 상태, 또는, 소정 기간 계속해 약제가 투여된 기간의 전후에서의 뼈 상태의 변화를 나타내는 정보라도 된다.

[0101] (예측부(23)의 구성)

[0102] 이하, 예측부(23)의 구성에 대해 도 4에 기초해 설명한다. 도 4에 나타내는 구성은 일례이며, 예측부(23)의 구성은 이것으로 한정되지 않는다.

[0103] 도 4에 나타내는 바와 같이 예측부(23)는, 입력층(231)에 입력되는 입력 데이터에 대해, 학습된 약효 예측 모델(34)에 기초하는 연산을 실시해, 출력층(232)으로부터 약효 예측 정보를 출력한다.

[0104] 도 4의 예측부(23)는, 입력층(231)과 출력층(232)을 갖는 뉴럴 네트워크를 구비한다. 뉴럴 네트워크는 시계열 정보의 취급에 적합한 뉴럴 네트워크이면 된다. 예를 들면, LSTM 등이면 된다. 뉴럴 네트워크는, 시계열 정보와 위치 정보를 복합해 취급하는 것에 적합한 뉴럴 네트워크이면 된다. 예를 들면, 뉴럴 네트워크는 CNN과 LSTM을 조합한 ConvLSTM 네트워크 등이면 된다. 입력층(231)은 입력 데이터의 시간 변화의 특징량을 추출할 수 있다. 출력층(232)은, 입력층(231)에서 추출한 특징량, 입력 데이터의 시간 변화 및 초기치에 기초해, 새로운 특징량을 산출할 수 있다. 입력층(231) 및 출력층(232)은 복수의 LSTM층을 갖고 있다. 입력층(231) 및 출력층(232)의 각각은 3개 이상의 LSTM층을 갖고 있어도 된다.

[0105] (학습부(25)에 의한 학습 처리)

[0106] 이하, 학습된 약효 예측 모델(34)을 생성하기 위한 학습 처리에 대해, 도 5를 이용해 설명한다. 도 5는 학습부(25)에 의한 학습 처리의 흐름의 일례를 나타내는 플로우차트이다.

[0107] 학습부(25)는 기억부(3)로부터 학습 데이터(32)를 취득한다(단계 S1). 학습 데이터(32)에는 입력층(231)에 입력하는 설명 변수가 포함되어 있다. 여기에서, 설명 변수는, 약제가 투여된 복수의 피검체의 각각에 관한 피검체 정보 및 피검체의 각각에 투여된 약제에 관한 약제 정보이다.

[0108] 계속해서, 학습부(25)는, 임의의 피검체 A에 관한 피검체 정보 및 피검체 A에 투여된 약제에 관한 약제 정보를

입력층(231)에 입력한다(단계 S2).

[0109] 다음으로, 학습부(25)는, 출력층(232)으로부터 피검체 A에 투여된 약제의 효과에 관한 출력 데이터를 취득한다(단계 S3). 이 출력 데이터는 학습 데이터(32)의 목적 변수와 같은 내용을 포함하고 있다. 도 5에서, 단계 S2와 단계 S3의 순서는 반대라도 된다. 또는, 도 5에서, 단계 S2와 단계 S3을 동시에 실행하는 구성이라도 된다.

[0110] 계속해서, 학습부(25)는, 학습 데이터(32)에 포함되는 피검체 A에 관한 목적 변수를 취득한다. 그리고, 학습부(25)는, 단계 S3에서 취득한 출력 데이터와 피험자 A에 관한 목적 변수를 비교해 오차를 산출하고(단계 S4), 해당 오차가 작아지도록 학습중의 약효 예측 모델을 조정한다(단계 S5).

[0111] 학습중의 약효 예측 모델의 조정에는, 임의의 공지의 방법을 적용 가능하다. 예를 들면, 약효 예측 모델의 조정 방법으로서 오차역전파법을 채용해도 된다. 조정 후의 약효 예측 모델이 새로운 약효 예측 모델이 되어, 이후의 연산에서는 예측부(23)가 새로운 약효 예측 모델을 이용한다. 약효 예측 모델의 조정 단계에서는, 예측부(23)에서 사용되는 파라미터(예를 들면, 필터 계수, 가중치 계수 등)가 조정될 수 있다.

[0112] 학습부(25)는, 오차가 소정의 범위 내에 들어가지 않은 경우 및 학습 데이터(32)에 포함되는 모든 피험자에 관한 설명 변수를 입력하지 않은 경우(단계 S6에서 '아니오'), 단계 S2로 돌아와 학습 처리를 반복한다. 학습부(25)는, 오차가 소정의 범위 내에 들어간 경우 및 학습 데이터(32)에 포함되는 모든 피험자에 관한 설명 변수를 입력한 경우(단계 S6에서 '예'), 학습 처리를 종료한다.

[0113] 상기와 같은 학습 처리를 채용한 경우, 예측부(23)는, 대상 정보 및 약제 정보로부터, 그 대상자에게 투여하는 약제의 효과에 관한 약효 예측 정보를 출력할 수 있다. 또한, 상기와 같은 학습 처리를 채용한 경우, 예측부(23)는, 대상 정보로부터, 해당 대상자에게 투여하는 약제의 후보가 되는 하나 또는 복수의 약제에 관한 약효 예측 정보를 출력할 수 있다.

[0114] 〔다른 실시 형태〕

[0115] 학습 데이터(32)는, 피험자에게 투여된 복수 종의 약제의 조합의 각각에 관한 정보를 설명 변수로서 포함하고, 피검체의 각각에서의 해당 복수 종의 약제의 효과에 관한 정보를 목적 변수로서 포함하고 있어도 된다. 이와 같은 학습 데이터(32)를 이용한 학습 처리를 채용한 경우, 예측부(23)는, 대상자에게 투여하는 복수 종의 약제의 조합의 각각에 대해 약효 예측 정보를 출력할 수 있다.

[0116] (예측 장치(1)가 실시하는 처리)

[0117] 이하, 예측 장치(1)가 실시하는 처리의 흐름에 대해, 도 6을 이용해 설명한다. 도 6은 예측 장치(1)가 실시하는 처리의 흐름의 일례를 나타내는 플로우차트이다. 도 6에는 대상 정보로부터 약효 예측 정보를 출력하는 처리의 예를 나타내고 있다.

[0118] 대상의 뼈에 관한 대상 정보는 의료용 화상 관리 장치(6) 및 전자 진료 기록 관리 장치(5) 등에 기억되어 있다(기억 단계). 우선, 취득부(21)는 대상 정보를 취득하고(단계 S11: 취득 단계), 예측부(23)에 입력한다.

[0119] 예측부(23)는, 대상 정보를 학습된 약효 예측 모델(34)에 입력함으로써, 대상자에게 약제를 투여했을 경우의 그 약제의 효과에 관한 약효 예측 정보를 생성해 출력한다(단계 S12: 생성 단계 및 예측 단계). 예측부(23)로부터 출력된 약효 예측 정보는 단말 장치(7)로 송신되어도 되고, 이 경우, 단말 장치(7)는 약효 예측 정보를 수신한다(수신 단계).

[0120] 단계 12에서, 골형성에 대한 작용 및 골흡수에 대한 작용 중 적어도 어느 하나를 갖는 약제에 관한 약제 정보를 대상 정보와 함께 학습된 약효 예측 모델(34)에 입력해도 된다.

[0121] (예측 장치(1)에 의해 실현되는 의료 서비스)

[0122] 도 7은 예측 장치(1)에 의해 실현되는 의료 서비스의 일례를 나타내는 도면이다.

[0123] 정기 건강 진단의 결과 또는 골절 의심 등의 자각 증상에 기초해, 의료 시설(8)에서 대상자의 진찰이 이루어진 경우, 진찰에서 대상자에 관한 대상 정보가 유저(예를 들면, 의료 관계자)에 의해 수집될 수 있다. 대상 정보는 취득한 뼈의 골밀도를 나타내는 골밀도 정보, 해당 대상자의 뼈의 골대사 상태를 나타내는 골대사 정보, 및 그 대상의 뼈가 찍혀 있는 의료용 화상 중 적어도 어느 하나를 포함하는 정보이다.

[0124] 유저가 취득한 대상 정보를 예측 장치(1)에 입력하면, 예측 장치(1)는 대상자에게 투여하는 약제(및/또는 그 후보)에 관한 약효 예측 정보를 출력한다. 또는, 유저가, 취득한 대상 정보와 대상자에게 투여하는 약제(및/또는

그 후보)에 관한 약제 정보를 예측 장치(1)에 입력하는 구성이라도 된다.

[0125] 예측 장치(1)는, 대상자가 약제를 투여 받지 않는 경우의 장래에서의 골밀도와 약제를 투여 받는 경우의 장래에서의 골밀도를, 약효 예측 정보로서 출력할 수 있다. 여기에서, 출력되는 골밀도는, 단위 면적당 골무기질 밀도(g/㎠), 단위 체적당 골무기질 밀도(g/㎤), YAM(%), T스코어 및 Z스코어 중 적어도 1 종류에 의해 표시될 수 있다. YAM은 「Young Adult Mean」의 약어이며, 청년 성인 평균 퍼센트, 청년 평균 퍼센트라고도 불린다. 예를 들면, 출력층(230)으로부터는, 단위 면적당 골무기질 밀도(g/㎠)로 표시된 골밀도와 YAM으로 표시된 골밀도가 출력되어도 되고, YAM으로 표시된 골밀도와 T스코어로 표시된 골밀도와 Z스코어로 표시된 골밀도가 출력되어도 된다. 또한, 출력되는 골밀도는, -1.0 이상의 T스코어를 정상 골밀도로서 표시하고, -1.0에서 -2.5의 T스코어를 저골밀도 또는 골감소증으로서 표시하고, -2.5 이하의 T스코어를 골다공증으로 카테고리 분류되어 있어도 된다. 또는, YAM비라도 된다. YAM비는 진단 기준을 나타내는 값이며, YAM비가 100%에서 80%의 영역을 「정상」, YAM비가 80%에서 70%의 영역을 「골량 감소」, YAM비가 70%보다 낮은 영역을 「골다공증」으로 카테고리 분류되어 있어도 된다.

[0126] 도 7에는, 「이대로라면 X년 후 골밀도 ○%」, 「A약을 사용하면 X년 후 골밀도 ○%」 및 「B약을 사용하면 X년 후 골밀도 ○%」라고 하는 약효 예측 정보가 표시되어 있다. 이와 같은 약효 예측 정보를 얻은 유저는, 약효 예측 정보에 기초해, 대상자에게 약제를 투여해야할 것인지 여부, 및 A약과 B약 중 어느 쪽을 투여하는 것이 보다 바람직한지를 적절히 검토하고 판단할 수 있다. 예측 장치(1)는, 도 7에서의 약효 예측 정보로서 골밀도를 대신해 장래의 골절 확률을 제시해도 되고, 골밀도에 추가로 장래의 골절 확률을 제시해도 된다.

[0127] 도 7은 일례를 나타내는데 불과하다. 예를 들면, 약제 예측 정보로서 「A약과 B약을 병용하면 X년 후 골밀도 ○%」, 「A약과 B약과 C약과 …를 병용하면 X년 후 골밀도 ○%」 등의 약효 예측 정보가 포함되어 있어도 된다. 또한, 약제 예측 정보로서 「A약을 P mg/일 투여하면 X년 후 골밀도 ○%」, 「A약을 Q mg/일 투여하면 X년 후 골밀도 ○%」 등의 약효 예측 정보가 포함되어 있어도 된다. 투여하는 기간의 길이가 한정되어 있는 약제도 있기 때문에, 약제 예측 정보로서 「최초의 K년간은 A약을, 이후는 B약을 투여하면 X년 후 골밀도 ○%」 등의 약효 예측 정보가 포함되어 있어도 된다. 또한, 약제 예측 정보로서, 골밀도가 아니라, 「M년간에 골절이 발병할 가능성은 ○%」 등의 골절 리스크에 관한 정보가 포함되어 있어도 된다.

[0128] 예측 장치(1)는, 도 7에 나타내는 (1)~(6)에 나타내는 약효 예측 정보를 출력할 수 있다. 도 7에서, 「대상 약제」란, 하나 또는 복수의, 대상자에게 투여하는 약제 및/또는 그 후보가 되는 약제를 의도하고 있다.

[0129] (1) 대상자에게 약제를 투여한 경우의 해당 약제의 효과의 정도.

[0130] (2) 대상 약제가 유효하게 작용할 가능성이 있는 대상자인지 여부에 관한 정보.

[0131] (3) 대상 약제가 유효하게 작용할 가능성이 있는 종류.

[0132] (4) 대상 약제를 조합하는 것에 의한 약제 효과의 정도.

[0133] (5) 대상자의 골다공증의 원인.

[0134] (6) 병용 약제와의 관계성.

[0135] 예를 들면, 상기 (5)에 나타내는 약효 예측 정보는, 예를 들면 골형성 단독이 원인인지, 골흡수 단독이 원인인지, 혹은 골형성 및 골흡수 쌍방이 원인인지를 나타내는 정보일 수 있다.

[0136] 예측 장치(1)는, 대상자에 관한 다양한 부가 정보가 입력된 경우, 해당 대상자에게 적합한 약제의 종류를 출력할 수 있다.

[0137] 골량이 현저하게 낮은 대상자, 이미 골절이 발생한 대상자 및 골절 리스크가 높은 대상자에 대해, 예측 장치(1)는 골밀도 상승의 효과가 높은 약제의 종류를 출력해도 된다. 골밀도 상승의 효과가 높은 약제로는, 예를 들면 부갑상선 호르몬약 등을 들 수 있다. 여기에서, 골량의 정보는, DXA 등의 골밀도 측정 장치에 의해 측정된 정보라도 되고, X선 화상으로부터 학습된 파라미터를 이용해 골밀도를 추정한 정보를 이용해도 된다. 골절 리스크에 대해서는, FRAX(등록상표)에 의한 골절 위험 인자의 정보를 이용해도 되고, X선 화상으로부터 학습된 파라미터를 이용해 예측된 정보를 이용해도 되고, 이들의 조합이라도 된다. 골량이란 골무기질과 골기질 단백의 총합이다. 본 개시에 있어서, 골량은 골밀도에 관련된 지표이며, 상기 골량은 골격 내의 골조직의 양이다.

[0138] 예측 장치(1)는, 골절의 억제에 효과를 갖는 약제의 종류에 따른 약효 예측 정보를 출력해도 된다. 이와 같은 약효 예측은, 예를 들면 골절의 리스크가 높은 대상자에 대해 유용하다. 골절의 억제에 효과를 갖는 약제로는,

예를 들면 비스포스포네이트 제재나 데노수맙(denosumab) 등을 들 수 있다. 예측 장치(1)는, 예를 들면 특정 부위의 골절 리스크가 높은 대상자에 대해, 특정 부위의 골절에 효과적인 약제의 종류를 추출하고, 그 약제에 따른 약효 예측 정보를 출력해도 된다. 보다 구체적으로는, 예를 들면 특정 부위가 대퇴골 근위부인 경우, 예측 장치(1)는, 대퇴골 근위부의 골절 치유에 효과적인 약제의 종류를 추출하고, 그 약제에 따른 약효 예측 정보를 출력해도 된다. 특정 부위는 추체(椎體) 및 대퇴골 근위부의 적어도 하나를 들 수 있지만, 이것으로 한정되지 않는다. 특정 부위의 골절 예측에는, 예를 들면 해면골 및 피질골의 적어도 하나를 주로 포함하는 영역에서의 골밀도 및 골질의 적어도 하나를 부분적으로 추정 또는 예측하는 것에 기초해도 된다.

[0139] 보다 구체적으로, 예측 장치(1)는, 추골의 골밀도 및 골절의 적어도 하나를 약효 예측 정보로서 예측하는 경우에 있어서, 추골의 해면골을 주로 포함하는 영역에 부분적으로 착안해도 된다. 또한, 예측 장치(1)는, 대퇴골 근위부의 골밀도 및 골절의 적어도 하나를 약효 예측 정보로서 예측하는 경우에 있어서, 대퇴골의 피질골을 주로 포함하는 영역에 부분적으로 착안해도 된다.

[0140] 골대사 마커의 측정에 의해 골흡수가 항진되고 있는 것으로 생각되는 대상자에 대해, 예측 장치(1)는, 골흡수 억제제에 해당하는 약제의 종류를 출력해도 된다. 골흡수 억제제에 해당하는 약제로는, 예를 들면 칼시토닌(Calcitonin)약, 비스포스포네이트 제재, 항RANKL 항체, 선택적 에스트로겐 수용체 조정약(SERM(Selective Estrogen Receptor Modulator) 제재), 여성 호르몬 제재 등을 들 수 있다.

[0141] 골형성이 저하되어 있다고 생각되는 대상자에 대해, 예측 장치(1)는, 골형성 촉진약에 해당하는 약제의 종류를 출력해도 된다. 골형성 촉진약에 해당하는 약제로는, 예를 들면 활성형 비타민 D3, 부갑상선 호르몬약 및 비타민 K2 제재 등을 들 수 있다.

[0142] 예측 장치(1)가 출력하는 약효 예측 정보에 포함되는 약제에 관한 정보는, 투여의 기간, 연하(嚥下), 비용에 관한 정보를 기초로 선출되어 있어도 된다. 여기에서, 투여의 기간은 대상자의 연령 및 폐경에 관한 정보를 적어도 하나 포함할 수 있다. 장기 복용이 필요한 대상자에 대해, 예측 장치(1)는, 장기 투여에 적합한 약제에 해당하는 약제의 종류를 출력할 수도 있다. 장기 투여에 적합한 약제에 해당하는 약제로는, 예를 들면 SERM 제재 등을 들 수 있다.

[0143] 약제의 내복에 문제가 없다고 생각되는 대상자에 대해, 예측 장치(1)는, 경구제에 해당하는 약제의 종류를 출력할 수 있다. 한편, 약의 내복이 곤란하다고 생각되는 대상자에 대해, 예측 장치(1)는, 정맥주사 제재 및 피하주사 제재에 해당하는 약제의 종류를 출력해도 된다. 골절 리스크 및 골다공증의 증상이 진행되고 있는 대상자에 대해서는, 예측 장치(1)는, 비용이 비싼 약제에 해당하는 약제의 종류를 출력해도 된다. 비용이 비싼 약제에 해당하는 약제로는, 예를 들면 부갑상선 호르몬약 등을 들 수 있다.

[0144] 예측 장치(1)는, 대상자에게 있어서 약제가 금기되거나 부적합한 질환 및 증상 등에 관한 정보에 기초해, 해당 대상자에게 적합한 약제의 종류를 출력해도 된다. 예를 들면, 신부전을 앓고 있는 대상자에 대해, 예측 장치(1)는, 비스포스포네이트 제재 및 SERM 제재 등의 약제에 관한 정보를 출력하지 않는 구성이라도 된다. 예를 들면, 신장 기능이 저하되어 있는 대상자에 대해, 예측 장치(1)는, 활성형 비타민 D3 제재에 관한 정보를 출력하지 않는 구성이라도 된다. 이것으로 한정되지 않고, 예측 장치(1)는, 대상자에게 있어서 약제가 금기되거나 또는 부적합해도, 약효 예측 정보를 제시해도 된다. 이 경우, 이 약제가 금기 또는 부적합한 것을 명시해도 되고, 유저가 이를 알기 쉽게 표시해도 된다. 또한, 예측 장치(1)는, 대상자에게 있어서 약제가 금기되거나 부적합한 이유를 유저가 이해할 수 있도록 표시해도 된다.

[0145] 예측 장치(1)는, 대상자의 뼈에 대해 예측된 장래의 골밀도에 대응하는 가상 화상 및 가상 화상을 출력하는 구성이라도 된다. 예를 들면, 대상자의 흉부 단순 X선 화상이 대상 정보로서 이용된 경우, 해당 흉부 단순 X선 화상에 찍혀 있는 뼈의 상에, 장래의 골밀도에 대응하는 촬상 방법을 반영시킨 화상이라도 된다. 예측 장치(1)는, 대상 정보의 흉부 단순 X선 화상과 가상 화상의 차이(즉, 골밀도의 변화)를 나타내는 화상 및/또는 동영상을 출력할 수도 있다. 예를 들면, 이와 같은 화상 및/또는 동영상을 대상자에게 시인시킴으로써, 대상자에게, 자신의 뼈에 골절이 발생할 리스크 및 자신의 골다공증 발증 리스크 등을 명확하게 나타낼 수 있다. 따라서, 자각 증상이 없는 대상자에 대해서도, 골절이 발생할 리스크 및 골다공증 발증 리스크 등에 대한 대책의 필요성을 효과적으로 전해, 조기 개입으로 연결시킬 수 있다.

[0146] 상기 (1)~(6) 중 적어도 어느 하나의 정보를 약효 예측 정보로서 출력함으로써, 예측 장치(1)는, 대상자에게 투여하면 효과가 예상되는 약제인지 여부를 유저에게 알릴 수 있다. 이와 같은 약효 예측 정보를 얻은 유저는, 대상자에게 투여하는 약제를 적절히 검토하고 선택할 수 있다.

[0147] ［실시 형태 2］

[0148] (예측 시스템(100b)의 구성)

[0149] 예측 장치(1)는, 소정의 의료 시설(8)에 설치되어 있는 컴퓨터가 아니라, 통신 네트워크(9)를 통해 복수의 의료 시설(8)의 각각에 배설된 LAN과 통신 가능하게 접속되어 있어도 된다. 도 2는 본 개시의 다른 실시 형태에 따른 예측 시스템(100b)의 구성예를 나타내는 도면이다.

[0150] 의료 시설(8a) 내의 LAN에는, 하나 이상의 단말 장치(7a)(수신부) 외에, 전자 진료 기록 관리 장치(5a)(기억부), 의료용 화상 관리 장치(6a)(기억부)가 통신 가능하게 접속되어 있어도 된다. 또한, 의료 시설(8b) 내의 LAN에는, 단말 장치(7b)(수신부) 외에, 전자 진료 기록 관리 장치(5b)(기억부), 의료용 화상 관리 장치(6b)(기억부)가 통신 가능하게 접속되어 있어도 된다. 이하에서, 의료 시설(8a)과 의료 시설(8b)를 특별히 구별하지 않는 경우, 「의료 시설(8)」이라고 기재한다. 또한, 단말 장치(7a)와 단말 장치(7b), 및 의료용 화상 관리 장치(6a)와 의료용 화상 관리 장치(6b)에 대해서도, 특별히 구별하지 않는 경우, 각각 「단말 장치(7)」 및 「의료용 화상 관리 장치(6)」라고 기재한다.

[0151] 도 2에는, 의료 시설(8a) 및 의료 시설(8b)의 LAN이 통신 네트워크(9)에 접속되어 있는 예를 나타내고 있다. 예측 장치(1)는, 통신 네트워크(9)를 개재해, 각 의료 시설 내의 장치와 통신 가능하게 접속되어 있으면 되고, 도 2에 나타낸 구성으로 한정되지 않는다. 예를 들면, 의료 시설(8a) 내 혹은 의료 시설(8b) 내에 예측 장치(1)가 설치되어 있어도 된다.

[0152] 이와 같은 구성을 채용한 예측 시스템(100b)에서, 예측 장치(1)는, 의료 시설(8a)에서 진찰을 받은 대상자(Pa)의 의료용 화상을, 의료 시설(8a)의 의료용 화상 관리 장치(6a)로부터 취득하는 것이 가능하다. 그리고, 예측 장치(1)는, 의료 시설(8a)에 설치된 단말 장치(7a)에 대상자(Pa)로의 투여가 검토되고 있는 약제의 효과에 관한 약효 예측 정보를 송신한다. 마찬가지로, 예측 장치(1)는, 의료 시설(8b)에서 진찰을 받은 대상자(Pb)의 의료용 화상을 취득하고, 의료 시설(8b)에 설치된 단말 장치(7b)에 대상자(Pb)로의 투여가 검토되고 있는 약제의 효과에 관한 약효 예측 정보를 송신할 수 있다.

[0153] 이 경우, 각 대상자의 의료용 화상에는, 각 대상자를 진찰하고 있는 의료 시설(8)마다 부여된 각 의료 시설(8) 고유의 식별 정보(예를 들면, 시설 ID), 대상자마다 부여된 각 대상자 고유의 식별 정보(예를 들면, 대상자 ID, 환자 ID)가 포함되어 있을 수 있다. 예측 장치(1)는, 이들 식별 정보에 기초해, 대상자에 관한 의료 화상으로부터 출력한 약효 예측 정보를, 그 대상자가 진찰을 받은 각 의료 시설(8)의 단말 장치(7)로 올바르게 송신할 수 있다.

[0154] ［실시 형태 3］

[0155] (예측 장치(1a)의 개요)

[0156] 이하, 본 개시의 다른 실시 형태에 대해 설명한다. 설명의 편의상, 상기 실시 형태에서 설명한 부재와 같은 기능을 갖는 부재에 대해서는 동일한 부호를 부기하고, 그 설명을 반복하지 않는다.

[0157] 도 8은 본 실시 형태에 따른 예측 장치(1a)의 구성을 나타내는 블록도이다. 예측 장치(1a)는, 화상 해석 기능 및 화상 해석의 과정에서 착안된 착안 영역에 관한 착안 영역 정보(352)를 포함하도록 의료용 화상을 변경한 가공 화상 데이터(351)를 생성하는 기능을 더 구비하는 점에서, 도 3에 나타내는 예측 장치(1)와 상이하다.

[0158] 예측 장치(1a)는, 예측 장치(1a)의 각부를 통괄적으로 제어하는 제어부(2a), 및 제어부(2a)가 사용하는 각종 데이터를 기억하는 기억부(3a)를 구비한다. 제어부(2a)는, 취득부(21), 약제 정보 적용부(22), 예측부(23), 출력 제어부(24a), 학습부(25), 화상 해석부(26)를 구비한다. 기억부(3a)에는, 예측 장치(1a)의 각종 제어를 실시하기 위한 프로그램인 제어 프로그램(31) 외에, 학습 데이터(32), 약제 데이터베이스(33), 학습된 약효 예측 모델(34)(약효 예측 모델), 및 해석 결과 데이터(35)가 저장되어 있다. 해석 결과 데이터(35)에는 화상 해석부(26)로부터 출력되는 착안 영역 정보(352)가 기억되어 있어도 된다. 또한, 해석 결과 데이터(35)에는 화상 해석부(26)로부터 출력되는 가공 화상 데이터(351)가 저장되어 있다. 가공 화상 데이터(351)는, 화상 해석부(26)가, 해석 대상의 의료용 화상에 해석 결과 및 착안 영역 정보를 더한 화상 데이터이다.

[0159] 가공 화상 데이터(351)는, 입력한 화상 데이터에, 주요한 근거가 된 영역을 나타내는 정보를 추가한 화상 데이터라도 된다. 영역을 나타내는 정보란, 예를 들면 착색 또는 테두리 등 영역의 범위를 알 수 있는 정보이다. 화상 해석에서는, 화상이 있는 영역이 주된 추정 근거가 되는 케이스가 많기 때문에, 이와 같은 영역을 나타내는 정보에 의해, 추정의 근거가 된 영역을 유저가 확인할 수 있다. 이 경우, 유저가 사용하는 단말 장치(7)에 표시

되는 표시 화상은, 제1 해석 모델(261)에 입력한 의료용 화상에 대해, 착안 영역 정보가 추가된 가공 화상을 포함한다. 출력 제어부(24a)는, 의료용 화상과 가공 화상이 병렬된 표시 화상을 생성해도 된다. 이와 같은 표시 화상에 의해, 해석한 본래의 화상과 가공 화상을 유저가 대비하는 것이 용이해진다. 또는, 단말 장치(7)는, 의료용 화상과 가공 화상을 유저 조작에 의해 전환해 표시할 수 있다. 예를 들면, 단말 장치(7)는, 표시 화면에 표시된 전환 버튼을 유저가 클릭함으로써, 의료용 화상과 가공 화상을 번갈아 표시해도 된다.

[0160] <화상 해석부(26)>

[0161] 화상 해석부(26)는 제1 해석 모델(261)을 구비하고 있다. 제1 해석 모델(261)은, 예를 들면 의료용 화상을 해석하는 학습된(trained) 기계 모델이며, 입력된 의료용 화상으로부터 뼈의 상태 변화에 관한 추정 결과를 출력한다. 또한, 제1 해석 모델(261)은, 추정 결과에 더해, 의료용 화상 내의 영역이면서, 추정 결과가 출력되는 과정에서 착안된 착안 영역에 관한 착안 영역 정보(352)를 출력해도 된다. 화상 해석부(26)는 기억부(3a)에 착안 영역 정보(352)를 기억해도 된다. 여기에서, 의료용 화상 내의 영역은, 예를 들면 의료용 화상의 외주보다 안쪽의 영역이면 된다. 착안 영역 정보(352)는, 예를 들면 의료용 화상 내 영역의 전부에 위치하고 있어도 되고, 일부만이 겹쳐 있어도 된다. 또는, 착안 영역이 의료용 화상에 없는 경우(혹은, 예를 들면 의료용 화상의 전체인 경우)에는, 의료용 화상 내의 영역과 겹쳐 있지 않아도 된다. 이 경우, 예를 들면 착안 영역이 존재하지 않는다는 취지(혹은, 예를 들면 의료용 화상 전체가 착안 영역이라는 취지)를 의료용 화상의 외측에 표시해도 된다.

[0162] 또한, 착안 영역 정보(352)는, 추정 결과의 근거가 된 영역을 나타내는 히트맵(heat map)이라도 된다. 이 경우, 예를 들면 히트맵의 바깥 테두리가 세그멘테이션 영역을 가리키게 된다. 히트맵은 골밀도의 크기를 임의의 색의 농도로 나타내는 방법이다. 예를 들면, 착안 영역 정보(352)는 착안의 정도를 나타내는 히트맵이라도 되고, 골밀도의 수치를 나타내는 히트맵이라도 된다. 또한, 착안 영역 정보(352)는 골절될 가능성(확률)을 나타내는 히트맵이라도 된다. 이 경우, 가공 화상은, 착안 영역 정보를 나타내는 히트맵이 의료용 화상에 중첩된 화상이라도 된다. 히트맵에 이용하는 화상은 정지 화면이라도 되고, 동영상이라도 된다. 동영상으로 나타내는 것에 의해, 예를 들면 다양한 히트맵을 차례로 페이드 시킴으로써, 각 히트맵간의 관계를 시각적으로 인식하는 것이 용이해진다. 또한, 세그멘테이션 영역 이외도 포함하는 골밀도의 히트맵인 경우에는, 그 일부의 세그멘테이션 영역을 테두리로 둘러싸도 된다.

[0163] 제1 해석 모델(261)에 입력되는 의료용 화상은 대상자의 뼈의 상이 포함되는 화상이며, 해당 뼈의 상태에 관한 추정 결과를 출력한다. 예를 들면, 제1 해석 모델(261)은, 뼈의 X선 화상으로부터 골밀도, 골밀도의 상대적인 비교, 골절의 가능성 등의, 뼈의 상태에 관한 추정 결과 또는 계산 결과를 출력하도록 학습된 학습 모델일 수 있다. 골밀도는, 의료용 화상에 포함되는 뼈 부위의 계산된 골밀도라도 되고, 화상 데이터로부터 추정된 전신의 평균적인 골밀도라도 된다. 또는, 골밀도는, 가장 낮은 부분의 골밀도를 이용해도 된다. 의료용 화상으로부터 골밀도를 계산하는 방법은 공지의 방법을 이용할 수 있다. 골밀도의 상대적인 비교란, 추정된 골밀도의 YAM에 대한 비율이다. 골절의 가능성이란, 특정 부위(예를 들면, 대퇴골 경부 등)의 뼈가 골절될 가능성이다. 뼈의 상태에 관한 추정 결과는, 의료용 화상이 촬영된 시점에서의 추정 결과라도 되고, 그 시점으로부터 소정의 기간이 경과한 시점에서의 예측이라도 된다.

[0164] 제1 해석 모델(261)은, 이하에 나타내는 정보 중 적어도 어느 하나를 추정 결과로서 출력해도 된다.

[0165] · 의료용 화상을 촬상한 시점에서 추정되는 골밀도.

[0166] · 의료용 화상을 촬상한 시점으로부터 소정의 기간이 경과한 시점에서 예측되는 골밀도.

[0167] · 의료용 화상을 촬상한 시점에서 추정되는 골절 부위와 그 가능성.

[0168] · 의료용 화상을 촬상한 시점보다 소정의 기간 거슬러 올라간 과거의 시점에서의 골밀도.

[0169] · 의료용 화상을 촬상한 시점으로부터 소정의 기간이 경과한 시점에서 예측되는 골절 부위와 그 가능성.

[0170] 대상자의 뼈의 골밀도가 측정되지 않은 경우, 취득부(21)는 대상자의 골밀도 정보를 전자 진료 기록 관리 장치(6)로부터 취득할 수 없다. 이와 같은 경우, 취득부(21)는, 화상 해석부(26)로부터, 제1 해석 모델(261)이 대상자의 뼈의 상이 포함되는 의료용 화상으로부터 추정한 해당 뼈의 골밀도를 포함하는 추정 결과를 취득해도 된다. 이 경우, 예측부(23)는, 제1 해석 모델(261)로부터 취득한 골밀도에 관한 추정 결과를, 대상 정보로서 학습된 약효 예측 모델(34)에 입력해도 된다.

[0171] 다음으로, 제1 해석 모델(261)의 학습 방법에 대해 설명한다. 제1 해석 모델(261)의 학습, 예를 들면 골밀도를 추정하는 학습은, 골밀도가 특정된 뼈의 X선 화상을 설명 변수로서 포함하고, X선 화상에 찍히는 피검체의 골밀

도를 목적 변수로서 포함하는 학습 데이터를 이용해 행해질 수 있다. 골절의 가능성을 추정하는 학습은, 피검체의 뼈가 찍히는 X선 화상을 설명 변수로서 포함하고, 피검체가 그 후 소정의 기간 내에 골절되었는지 여부에 관한 데이터를 목적 변수로서 포함하는 학습 데이터를 이용해 행해질 수 있다. 골밀도의 상대적인 비교는 학습할 필요는 없고, 추정된 골밀도를 YAM으로 나누어 구한다.

[0172] 또한, 장래적인 예측의 학습은, 골밀도가 특정된 뼈의 X선 화상과 그 피검체가 그 후 소정의 기간 후에 어느 정도의 골밀도가 되었는지, 또는 골절되었는지 여부의 데이터를 학습 데이터로서 이용해 행해도 된다. 골절되었는지 여부의 데이터는, 예를 들면 골절된 뼈가 찍힌 X선 화상에 대해 골절된 정보, 및 골절되지 않은 뼈가 찍힌 X선 화상에 골절되지 않은 정보를 관련시킨 정보를 이용할 수 있다. 학습 데이터에, 학습 데이터가 된 피검체의 연령, 성별, 체중 등의 정보, 및 운동량, 식사 내용, 흡연, 음주 등의 생활 습관 등의 정보를 포함함으로써, 더욱 정확도가 높은 추정 또는 예측이 가능한 제1 해석 모델(261)을 구축할 수 있다.

[0173] 제1 해석 모델(261)은 세포 병리 해석 모델이라도 된다. 이 경우, 입력하는 의료용 화상은 대상자의 세포를 촬상한 현미경 화상이고, 추정 결과는 해당 세포의 병적 변이에 관한 정보일 수 있다.

[0174] 의료용 화상에는, 제1 해석 모델이 추정하는 골밀도 등의 변화에 수반하는 화상의 변화뿐만 아니라, 다른 이유에 의한 화상의 변화가 나타나는 경우가 있다. 다른 이유로는, 임의의 질환, 치료흔, 의도적으로 입력된 각종 정보, 피검체가 몸에 착용한 것 등이 있다. 임의의 질환이란, 예를 들면 동맥의 석회화, 뼈의 경화, 골절, 장기의 종양 등이다. 치료흔이란, 예를 들면 임플란트, 골시멘트 등이다. 의도적으로 입력된 정보란, 예를 들면 방향을 나타내는 「L」, 「R」 등의 문자이다. 피검체가 몸에 착용한 것이란, 예를 들면 목걸이 등이다.

[0175] 이와 같은 원인에 의해, 다른 이유가 없는 경우와 비교해 의료용 화상의 화소치(예를 들면, 휘도)가 변화하는 경우가 많다. 또한, 임플란트나 목걸이 등은 특유의 형상이 나타나, 제1 해석 모델(261)이 골밀도를 추정할 때 이용하는 의료용 화상에 포함되는 정보를 숨겨 버릴 가능성이 있다. 이와 같은 이유에 의한 변화는, 화상 해석부(26)의 추정 결과에 기초하는 골밀도의 평가에 영향을 미칠 수 있다. 통상, 의료용 화상을 본 의사는 이와 같은 변화를 알아차리고, 이러한 변화를 일으킨 정보를 가미한 다음 골밀도의 평가 결과를 해석한다. 그러나, 경우에 따라서는 의사가 이러한 의료용 화상의 변화를 알아차리지 못하는 경우가 있을 수 있다. 또는, 화상 해석부(26)로부터 출력된 추정 결과에서 다른 이유에 의한 의료용 화상의 변화가 어디까지 고려되어 있는지, 의사가 판단할 수 없는 경우도 있을 수 있다. 이와 같은 경우, 의사는 출력된 추정 결과를 어떻게 해석해야할 것인지 혼란스러울 수도 있다.

[0176] 따라서, 화상 해석부(26)는 제2 해석 모델(262)을 더 구비할 수 있다. 제2 해석 모델(262)은, 의료용 화상에서의 다른 이유에 의한 변화, 예를 들면 임의의 질환, 치료흔, 의도적으로 입력된 각종 정보, 피검체가 몸에 착용한 것 등에 의한 의료용 화상의 변화를 검출하는 학습된(trained) 기계 모델이다. 화상 해석부(26)는 검출 결과에 따라 의료용 화상을 보정해도 된다. 여기에서, 보정은, 화상 위치 조정(원래 위치에 대해 좌우 상하 방향 또는 회전 등), 휘도 조정 및 마스크 처리 중 적어도 하나라도 된다. 또는, 화상 해석부(26)는, 이들 보정이 실시된 의료용 화상을, 제1 해석 모델(261)을 이용해 해석해도 된다.

[0177] 제2 해석 모델(262)은 임의의 질환, 치료흔, 의도적으로 입력된 각종 정보, 피검체가 몸에 착용한 것 등에 의한 화상의 위치를 의사가 미리 어노테이션(annotation)한 화상을 이용해 학습될 수 있다. 제2 해석 모델(262)은, 화상 해석 모델을 구축하기 위한 공지의 학습 방법에 따라 구축될 수 있다.

[0178] 화상 해석부(26)는, 제1 해석 모델(261)에 입력된 의료용 화상, 제1 해석 모델(261)로부터 출력된 해석 결과 및 착안 영역 정보를 이용해, 가공 화상 데이터(351)를 생성해도 된다. 또는, 화상 해석부(26)는, 제2 해석 모델(262)로부터 출력된 결과를 이용해 화상을 보정하고, 그 화상을 제1 해석 모델(261)에 입력해 가공 화상 데이터를 작성해도 된다. 또는, 화상 해석부(26)는, 제1 해석 모델(261)에 입력된 의료용 화상, 제1 해석 모델(261)로부터 출력된 해석 결과 및 착안 영역 정보를 이용해 생성한 화상 데이터에, 다른 이유에 의한 화상의 변화의 도출 근거에 관한 정보(도출 근거 데이터)를 더한 화상 데이터를 가공 화상 데이터(351)로서 생성해도 된다.

[0179] 예를 들면, 화상 해석부(26)는, 제2 해석 모델(262)에 의해 의료용 화상에서의 다른 이유에 의한 변화가 검출된 경우, 그 검출된 변화에 해당하는 영역을 원래의 의료용 화상으로부터 제외한 가공 화상 데이터(351)를 생성해도 된다. 그리고, 화상 해석부(26)는, 생성한 가공 화상 데이터(351)를 제1 해석 모델(261)에 입력함으로써, 해당 가공 화상 데이터(251)에 찍혀 있는 뼈의 상태에 관한 추정 결과(골밀도를 포함한다)를 출력해도 된다. 이 구성에 의하면, 화상 해석부(26)는, 제2 해석 모델(262)에 의해 검출된 변화에 해당하는 영역을 포함하는 의료용 화상으로부터의 추정 결과와, 제2 해석 모델(262)에 의해 검출된 변화에 해당하는 영역을 제외한 의료용 화

상으로부터의 추정 결과를 출력할 수 있다. 이들 쌍방의 추정 결과를 유저에게 제시함으로써, 유저에게, 제2 해석 모델(262)에 의해 검출된 변화에 해당하는 영역이 추정 결과에 미치는 영향의 크기를 평가시킬 수 있다.

[0180] 출력 제어부(24a)는, 예측부(23)로부터 출력된 약효 예측 정보 및 화상 해석부(26)에 의해 생성된 가공 화상 데이터(351)를 단말 장치(7)에 송신한다. 출력 제어부(24a)는, 예측부(23)로부터 출력된 약효 예측 정보 및 화상 해석부(26)에 의해 생성된 가공 화상 데이터(351)를 이용한 웹페이지를 생성해도 된다. 이 경우, 출력 제어부(24a)는, 생성한 웹페이지에 액세스하기 위한 액세스 정보를 단말 장치(7)에 송신하면 된다.

[0181] 도 9는, 제1 해석 모델(261) 및 제2 해석 모델(262)이 해석한 해석 결과에 기초해, 화상 해석부(26)가 생성한, 다른 이유에 의한 화상 변화의 도출 근거에 관한 정보(도출 근거 데이터)를 포함하는 가공 화상의 일례이다. 도 9에서 프레임(1502)으로 나타내는 영역은, 척추를 고정하는 임플란트(1502A)가 찍혀 있는 영역이다. 또한, 프레임(1503)으로 나타내는 영역은, 석회화한 복부 대동맥(1503A)이 찍혀 있는 영역이다. 도면에서는 각각의 영역은 점선으로 나타내고 있지만, 예를 들면 적색 프레임과 황색 프레임 등의 다른 색으로 나타내도 된다. 프레임(1501)으로 나타내는 영역은, 제1 해석 모델(261)이 해석한 해석 결과의 도출 근거가 되는 영역을 나타낸다. 이와 같이, 다른 이유에 의한 화상의 변화를 검출하는 범위는, 대상물의 상태에 관한 해석을 실시한 경우의 도출 근거가 되는 영역(프레임(1501))의 외부에 있어도 된다.

[0182] 도 10은, 다른 이유에 의한 화상의 변화를 포함한 경우와 제외한 경우의 양쪽 경우의 해석 결과를 표시한 브라우저 화상(1600)의 일례이다. 이 브라우저 화상(1600)에는, 예를 들면 해석 화상(1602), 및 약효 예측 정보를 포함하는 해석 결과(1601)가 표시된다. 해석 화상(1602)은, 도 9에 나타내는 화상과 같은 것이라도 된다.

[0183] 해석 결과(1601)에는, 「점선의 영역을 포함한 경우, 당신의 골밀도는 XX g/㎠입니다」라는 표시와 「점선의 영역을 제외한 경우, 당신의 골밀도는 YY g/㎠입니다」라는 표시가 이루어지고 있다. 또한, 도 10에 나타내는 해석 결과(1601)에는, 「약제 ○○이 성공할 확률 ○%」라고 하는 약효 예측 정보가 표시되어 있다.

[0184] 해석 화상(1602)에서, 점선으로 나타내는 영역(1604) 및 영역(1605)의 한쪽, 또는 양쪽 모두를 의사 등의 의료 관계자에게 선택시킬 수 있어도 된다. 예를 들면, 영역(1604)이 선택된 후에 선택 버튼(1606)에 대한 조작을 받아들인 경우, 영역(1604)에 대한 상세한 해석 결과가 해석 결과(1601)에 표시되는 구성이라도 된다. 복귀 버튼(1607), 종료 버튼(1608)에 대해서는 종래와 같다.

[0185] 〔실시 형태 4〕

[0186] 이하, 본 개시의 다른 실시 형태에 대해 설명한다. 설명의 편의상, 상기 실시 형태에서 설명한 부재와 같은 기능을 갖는 부재에 대해서는 동일한 부호를 부여하고, 그 설명을 반복하지 않는다.

[0187] 예측 장치(1) 및 예측 장치(1a)의 각 기능으로서, 대상 정보 및 뼈에 대한 작용을 갖는 약제에 관한 약제 정보에 기초해 약효 예측 정보를 생성하는 약효 예측 모델을 포함하는 각 기능은, 클라우드 컴퓨팅에 의해 실현되어도 된다. 예측 장치(1) 및 예측 장치(1a)는, 예를 들면 클라우드 서버(미도시)라도 된다. 이 경우, 예측 시스템(100) 및 예측 시스템(100a)에서, 상기 클라우드 서버는 단말 장치(7), 단말 장치(7a), 단말 장치(7b)로부터 대상 정보를 수신하고, 상기 대상 정보 및 뼈에 대한 작용을 갖는 약제에 관한 약제 정보에 기초해 약효 예측 정보를 생성해도 된다. 그리고, 상기 클라우드 서버는, 상기 대상 정보의 송신원인 단말 장치(7)에, 생성한 약효 예측 정보를 송신해도 된다. 본 실시 형태에 있어서, 단말 장치(7), 단말 장치(7a), 단말 장치(7b)는 클라우드 서버에 송신하는 대상 정보를 기억하는 기억부로서 기능하고, 또한, 클라우드 서버로부터 약효 예측 정보를 수신하는 수신부로서도 기능한다.

[0188] 〔소프트웨어에 의한 실현예〕

[0189] 예측 장치(1)의 제어 블록(특히, 취득부(21), 약제 정보 적용부(22), 예측부(23), 출력 제어부(24), 학습부(25))은, 집적회로(IC칩) 등에 형성된 논리 회로(하드웨어)에 의해 실현되어도 되고, 소프트웨어에 의해 실현되어도 된다.

[0190] 후자의 경우, 예측 장치(1)는, 각 기능을 실현하는 소프트웨어인 프로그램의 명령을 실행하는 컴퓨터를 구비하고 있다. 이 컴퓨터는, 예를 들면 하나 이상의 프로세서를 구비함과 함께, 상기 프로그램을 기억한 컴퓨터 판독 가능한 기록 매체를 구비하고 있다. 그리고, 상기 컴퓨터에 있어서, 상기 프로세서가 상기 프로그램을 상기 기록 매체로부터 읽어내 실행함으로써, 본 개시의 목적이 달성된다. 상기 프로세서로는, 예를 들면 CPU(Central Processing Unit)를 이용할 수 있다. 상기 기록 매체로는, 「일시적이 아닌 유형의 매체」, 예를 들면 ROM(Read Only Memory) 등 외에, 테이프, 디스크, 카드, 반도체 메모리, 프로그래머블 논리 회로 등을 이용할 수 있다.

또한, 상기 프로그램을 전개하는 RAM(Random Access Memory) 등을 더 구비하고 있어도 된다. 또한, 상기 프로그램은, 그 프로그램을 전송 가능한 임의의 전송 매체(통신 네트워크나 반송파 등)를 통해 상기 컴퓨터에 공급되어도 된다. 본 개시의 일 형태는, 상기 프로그램이 전자적인 전송에 의해 구현화된, 반송파에 내장된 데이터 신호의 형태로도 실현될 수 있다.

[0191] 이상, 본 개시에 따른 발명에 대해, 여러 도면 및 실시예에 기초해 설명하였다. 그러나, 본 개시에 따른 발명은 전술한 각 실시 형태로 한정되는 것은 아니다. 즉, 본 개시에 따른 발명은 본 개시에서 나타낸 범위에서 여러 가지 변경이 가능하고, 다른 실시 형태에 각각 개시된 기술적 수단을 적절하게 조합해 얻어지는 실시 형태에 대해서도 본 개시에 따른 발명의 기술적 범위에 포함된다. 즉, 당업자라면 본 개시에 기초해 여러 가지의 변형 또는 수정을 실시하는 것이 용이하다는 점에 주의해야 한다. 또한, 이들 변형 또는 수정은 본 개시의 범위에 포함된다는 점에 유의해야 한다.

[0192] 〔정리 1〕

[0193] 본 개시의 형태 1A에 따른 예측 장치는, 대상의 골절 위험 인자에 관한 골절 위험 인자 정보, 상기 대상의 뼈의 골밀도를 나타내는 골밀도 정보, 상기 대상의 뼈의 골대사 상태를 나타내는 골대사 정보, 및 상기 대상의 뼈가 찍혀 있는 의료용 화상 중 적어도 어느 하나를 포함하는 대상 정보를 취득하는 취득부와, 뼈에 대한 작용을 갖는 약제에 관한 약제 정보에 기초해 상기 약제의 효과를 예측하는 약효 예측 모델에 상기 대상 정보를 입력함으로써, 상기 대상에 상기 약제를 투여했을 경우의 상기 약제의 효과에 관한 약효 예측 정보를 출력하는 예측부를 구비한다.

[0194] 본 개시의 형태 2A에 따른 예측 장치는, 형태 1A에 있어서, 상기 약제 정보가 골형성에 대한 작용 및 골흡수에 대한 작용 중 적어도 어느 하나를 갖는 약제에 관한 정보를 포함할 수 있다.

[0195] 본 개시의 형태 3A에 따른 예측 장치는, 형태 1A 또는 2A에 있어서, 상기 약효 예측 모델이 상기 약제가 투여된 복수의 피검체의 각각에 관한 피검체 정보 및 상기 피검체의 각각에 투여된 상기 약제에 관한 상기 약제 정보를 설명 변수로 하고, 상기 피검체의 각각에서의 상기 약제의 효과를 목적 변수로 하는 학습 데이터를 이용해 학습되어 있을 수 있다.

[0196] 본 개시의 형태 4A에 따른 예측 장치는, 형태 1A 내지 3A 중 어느 하나에 있어서, 상기 약제 정보가 적어도 상기 약제의 명칭 및 작용 기전에 관한 정보를 포함할 수 있다.

[0197] 본 개시의 형태 5A에 따른 예측 장치는, 형태 1A 내지 4A 중 어느 하나에 있어서, 상기 약제 정보는, 상기 대상의 뼈의 상태를 변화시킬 수 있는 복수 종의 약제의 조합의 각각에 관한 정보를 포함하고, 상기 예측부는, 상기 복수 종의 약제의 조합의 각각에 대해 상기 약효 예측 정보를 출력할 수 있다.

[0198] 본 개시의 형태 6A에 따른 예측 장치는, 형태 1A 내지 5A 중 어느 하나에 있어서, 상기 예측부가 상기 대상으로의 상기 약제의 투여를 소정 기간 계속한 후에서의 상기 대상의 뼈의 상태를 나타내는 정보, 또는, 상기 대상의 뼈에 생기는 상기 소정 기간 전후에서의 변화를 나타내는 정보를 상기 약효 예측 정보로서 출력할 수 있다.

[0199] 본 개시의 형태 7A에 따른 예측 장치는, 형태 1A 내지 6A 중 어느 하나에 있어서, 상기 예측부가 상기 대상으로의 투여를 소정 기간 계속한 후에서의 상기 대상의 뼈의 상태를 변화시킬 수 있는 약제에 관한 정보를 상기 약효 예측 정보로서 출력할 수 있다.

[0200] 본 개시의 형태 8A에 따른 예측 장치는, 형태 1A 내지 7A 중 어느 하나에 있어서, 상기 예측부가 상기 대상의 뼈에 대한 장래의 골밀도의 예측 결과를 상기 약효 예측 정보로서 출력할 수 있다.

[0201] 본 개시의 형태 9A에 따른 예측 장치는, 형태 1A 내지 8A 중 어느 하나에 있어서, 상기 예측부가 상기 대상의 뼈에 대한 현재의 골밀도의 예측 결과를 상기 약효 예측 정보로서 출력할 수 있다.

[0202] 본 개시의 형태 10A에 따른 예측 장치는, 형태 1A 내지 9A 중 어느 하나에 있어서, 상기 예측부가, 상기 대상의 뼈에 대한 장래의 골밀도와 현재의 골밀도의 차이를 나타내는 예측 결과, 및 상기 대상의 뼈의 골밀도의 현재로부터의 변화를 나타내는 예측 추정 결과 중 적어도 어느 하나를 상기 약효 예측 정보로서 출력할 수 있다.

[0203] 본 개시의 형태 11A에 따른 예측 장치는, 형태 1A 내지 10A 중 어느 하나에 있어서, 상기 예측부가 상기 대상의 골절 개소에 관한 예측 결과를 상기 약효 예측 정보로서 출력할 수 있다.

[0204] 본 개시의 형태 12A에 따른 예측 장치는, 형태 1A 내지 11A 중 어느 하나에 있어서, 상기 예측부가, 상기 대상이 장래 골절될 가능성을 나타내는 예측 결과를 상기 약효 예측 정보로서 출력할 수 있다.

[0205] 본 개시의 형태 13A에 따른 예측 장치는, 형태 1A 내지 12A 중 어느 하나에 있어서, 상기 대상 정보가, 상기 대상의 종별, 연령, 성별, 체중, 신장, 골절의 유무, 골절 개소, 골절력, 가족의 골절력, 당질 코르티코이드, 관절 류머티즘, 연발성 골다공증, 기초 질환, 흡연력, 음주 습관, 직업력, 운동력, 과거 병력, 혈액 검사의 결과, 요검사의 결과, 복용하고 있는 약제, 유전자 배열에 관한 정보 중 적어도 하나의 정보를 포함할 수 있다.

[0206] 본 개시의 형태 14A에 따른 예측 장치는, 형태 1A 내지 13A 중 어느 하나에 있어서, 상기 골밀도 정보가 상기 대상의 소정 부위의 뼈의 골밀도를 측정한 측정치일 수 있다.

[0207] 본 개시의 형태 15A에 따른 예측 장치는, 형태 1A 내지 14A 중 어느 하나에 있어서, 상기 골대사 정보가, 상기 대상의 골아세포에 관한 골형성 마커 정보, 파골세포에 관한 골흡수 마커 정보, 및 골질에 관한 골매트릭스 관련 마커 정보 중 적어도 어느 하나를 포함할 수 있다.

[0208] 본 개시의 형태 16A에 따른 예측 장치는, 형태 15A에 있어서, 상기 골형성 마커 정보는 알칼리성 포스파타아제 및 I형 프로콜라겐-N-프로펩티드 중 적어도 어느 하나에 관한 정보일 수 있고, 상기 골흡수 마커 정보는 디옥시피리디놀린, I형 콜라겐 가교 N-텔로펩타이드, 및 I형 콜라겐 가교 C-텔로펩타이드, 주석산염 저항성 산성 포스파타아제 5b 분획(TRACP-5b) 중 적어도 어느 하나에 관한 정보일 수 있고, 상기 골매트릭스 관련 마커 정보는 저카르복실화 오스테오칼신, 펜토시딘 및 호모시스테인 중 적어도 어느 하나에 관한 정보일 수 있다.

[0209] 본 개시의 형태 17A에 따른 예측 장치는, 형태 1A 내지 16A 중 어느 하나에 있어서, 상기 의료용 화상이 상기 대상의 신체를 촬상한 X선 화상, CT(Computed Tomography) 화상, MRI(Magnetic Resonance Imaging) 화상, PET(Positron Emission Tomography) 화상 및 초음파 화상 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.

[0210] 본 개시의 형태 18A에 따른 예측 시스템은, 형태 1A 내지 17A 중 어느 하나에 기재된 예측 장치, 및 상기 예측 장치와 통신 가능하게 접속된 단말 장치로서, 상기 약효 예측 정보를 제시하는 단말 장치를 포함한다.

[0211] 본 개시의 형태 19A에 따른 예측 방법은, 대상의 골절 위험 인자에 관한 골절 위험 인자 정보, 상기 대상의 뼈의 골밀도를 나타내는 골밀도 정보, 상기 대상의 뼈의 골대사 상태를 나타내는 골대사 정보, 및 상기 대상의 뼈가 찍혀 있는 의료용 화상 중 적어도 어느 하나를 포함하는 대상 정보를 취득하는 취득 단계, 및 뼈에 대한 작용을 갖는 약제에 관한 약제 정보에 기초해 상기 약제의 효과를 예측하는 약효 예측 모델에 상기 대상 정보를 입력함으로써, 상기 대상에 상기 약제를 투여했을 경우의 상기 약제의 효과에 관한 약효 예측 정보를 출력하는 예측 단계를 포함한다.

[0212] 본 개시의 형태 20A에 따른 제어 프로그램은, 형태 1A 내지 17A 중 어느 하나에 기재된 예측 장치로서 컴퓨터를 기능시키기 위한 제어 프로그램으로서, 상기 취득부 및 상기 예측부로서 컴퓨터를 기능시키기 위한 제어 프로그램이다.

[0213] 본 개시의 형태 21A에 따른 기록 매체는, 형태 20A에 기재된 제어 프로그램을 기록한 컴퓨터 판독 가능한 기록 매체이다.

[0214] 〔정리 2〕

[0215] 본 개시의 형태 1B에 따른 예측 시스템은, 대상의 뼈에 관한 대상 정보를 기억하는 기억부, 및 상기 대상에게 약제를 투여한 경우의 상기 약제의 효과에 관한 약효 예측 정보를 수신하는 수신부를 구비하고, 상기 대상 정보는 상기 대상의 뼈가 찍히는 의료용 화상을 적어도 포함하고, 상기 대상 정보 및 뼈에 대한 작용을 갖는 약제에 관한 약제 정보에 기초해 상기 약제의 효과를 예측하는 약효 예측 모델에 기초해 상기 약효 예측 정보를 생성한다.

[0216] 본 개시의 형태 2B에 따른 예측 시스템은, 형태 1B에 있어서, 상기 약효 예측 모델이 상기 약제가 투여된 복수의 피검체의 각각에 관한 피검체 정보 및 상기 피검체의 각각에 투여된 상기 약제에 관한 상기 약제 정보를 설명 변수로 하고, 상기 피검체의 각각에서의 상기 약제의 효과를 목적 변수로 하는 학습 데이터를 이용해 학습되어 있을 수 있다.

[0217] 본 개시의 형태 3B에 따른 예측 시스템은, 형태 1B 또는 2B에 있어서, 상기 약효 예측 정보가, 상기 대상의 뼈에 대한 장래의 골밀도와 현재의 골밀도의 차이를 나타내는 예측 결과, 상기 대상의 뼈의 골밀도의 현재로부터의 변화를 나타내는 예측 결과, 투약을 했을 경우의 예측 결과와 투약을 하지 않는 경우의 예측 결과, 및 다른 종류의 약을 투약했을 경우의 예측 결과 중 적어도 어느 하나를 포함할 수 있다.

[0218] 본 개시의 형태 4B에 따른 예측 시스템은, 형태 1B 내지 3B 중 어느 하나에 있어서, 상기 대상 정보가 대상의

골절 위험 인자에 관한 골절 위험 인자 정보, 상기 대상의 뼈의 골밀도를 나타내는 골밀도 정보, 및 상기 대상의 뼈의 골대사 상태를 나타내는 골대사 정보 중 적어도 어느 하나를 포함할 수 있다.

[0219] 본 개시의 형태 5B에 따른 예측 시스템은, 형태 1B 내지 4B 중 어느 하나에 있어서, 상기 약제 정보가 골형성에 대한 작용 및 골흡수에 대한 작용 중 적어도 어느 하나를 갖는 약제에 관한 정보를 포함할 수 있다.

[0220] 본 개시의 형태 6B에 따른 예측 시스템은, 형태 1B 내지 5B 중 어느 하나에 있어서, 상기 약제 정보가 적어도 상기 약제의 명칭 및/또는 작용 기전에 관한 정보를 포함할 수 있다.

[0221] 본 개시의 형태 7B에 따른 예측 시스템은, 형태 1B 내지 6B 중 어느 하나에 있어서, 상기 약제 정보는 상기 대상의 뼈의 상태를 변화시킬 수 있는 복수 종의 약제의 조합의 각각에 관한 정보를 포함하고, 상기 약효 예측 정보는 상기 복수 종의 약제의 조합의 각각의 정보를 포함할 수 있다.

[0222] 본 개시의 형태 8B에 따른 예측 시스템은, 형태 1B 내지 7B 중 어느 하나에 있어서, 상기 약효 예측 정보가, 상기 대상으로의 상기 약제의 투여를 소정 기간 계속한 후에서의 상기 대상의 뼈의 상태를 나타내는 정보, 또는, 상기 대상의 뼈에 생기는 상기 소정 기간 전후에서의 변화를 나타내는 정보를 포함할 수 있다.

[0223] 본 개시의 형태 9B에 따른 예측 시스템은, 형태 1B 내지 8B 중 어느 하나에 있어서, 상기 약효 예측 정보가, 상기 대상으로의 투여를 소정 기간 계속한 후에서의 상기 대상의 뼈의 상태를 변화시킬 수 있는 약제에 관한 정보를 포함할 수 있다.

[0224] 본 개시의 형태 10B에 따른 예측 시스템은, 형태 1B 내지 9B 중 어느 하나에 있어서, 상기 약효 예측 정보가 상기 대상의 뼈에 대한 장래의 골밀도의 예측 결과를 포함할 수 있다.

[0225] 본 개시의 형태 11B에 따른 예측 시스템은, 형태 1B 내지 10B 중 어느 하나에 있어서, 상기 약효 예측 정보가 상기 대상의 뼈에 대한 현재의 골밀도의 예측 결과를 포함할 수 있다.

[0226] 본 개시의 형태 12B에 따른 예측 시스템은, 형태 1B 내지 11B 중 어느 하나에 있어서, 상기 약효 예측 정보가 상기 대상의 골절 개소에 관한 예측 결과를 포함할 수 있다.

[0227] 본 개시의 형태 13B에 따른 예측 시스템은, 형태 1B 내지 12B 중 어느 하나에 있어서, 상기 약효 예측 정보가 상기 대상이 장래 골절될 가능성을 나타내는 예측 결과를 포함할 수 있다.

[0228] 본 개시의 형태 14B에 따른 예측 시스템은, 형태 1B 내지 13B 중 어느 하나에 있어서, 상기 대상 정보는 대상의 골절 위험 인자에 관한 골절 위험 인자 정보, 상기 대상의 뼈의 골밀도를 나타내는 골밀도 정보, 및 상기 대상의 뼈의 골대사 상태를 나타내는 골대사 정보 중 적어도 어느 하나를 포함하고, 상기 골밀도 정보는 상기 대상의 소정 부위의 뼈의 골밀도를 측정한 측정치일 수 있다.

[0229] 본 개시의 형태 15B에 따른 예측 시스템은, 형태 1B 내지 14B 중 어느 하나에 있어서, 상기 대상 정보는 대상의 골절 위험 인자에 관한 골절 위험 인자 정보, 상기 대상의 뼈의 골밀도를 나타내는 골밀도 정보, 및 상기 대상의 뼈의 골대사 상태를 나타내는 골대사 정보 중 적어도 어느 하나를 포함하고, 상기 의료용 화상은 상기 대상의 신체를 촬상한 단순 X선 화상이고, 상기 골밀도 정보는 상기 대상이 찍히는 상기 단순 X선 화상으로부터 뼈의 골밀도를 추정하는 골밀도 예측 모델에 기초해 추정한 추정치일 수 있다.

[0230] 본 개시의 형태 16B에 따른 예측 시스템은, 형태 15B에 있어서, 상기 골밀도 예측 모델이, 피검체의 뼈가 찍혀 있는 의료용 화상을 설명 변수로 하고, 상기 의료용 화상이 촬영된 피검체의 뼈의 골밀도의 측정치를 목적 변수로 하는 학습 데이터를 이용해 학습되어 있을 수 있다.

[0231] 본 개시의 형태 17B에 따른 예측 장치는, 대상의 뼈에 관한 대상 정보를 취득하는 취득부, 및 상기 대상에게 약제를 투여한 경우의 상기 약제의 효과에 관한 약효 예측 정보를 출력하는 예측부를 구비하고, 상기 대상 정보는 상기 대상의 뼈가 찍히는 의료용 화상을 적어도 포함하고, 상기 예측부는 상기 대상 정보 및 뼈에 대한 작용을 갖는 약제에 관한 약제 정보에 기초해 상기 약제의 효과를 예측하는 약효 예측 모델을 갖는다.

[0232] 본 개시의 형태 18B에 따른 예측 방법은, 대상의 뼈에 관한 대상 정보를 기억하는 기억 단계, 상기 대상 정보 및 뼈에 대한 작용을 갖는 약제에 관한 약제 정보에 기초해 상기 약제의 효과를 예측하는 약효 예측 모델에 기초해, 상기 대상에게 약제를 투여한 경우의 상기 약제의 효과에 관한 약효 예측 정보를 생성하는 생성 단계, 및 상기 약효 예측 정보를 수신하는 수신 단계를 포함하고, 상기 대상 정보는 상기 대상의 뼈가 찍히는 의료용 화상을 적어도 포함한다.

[0233] 본 개시의 형태 19B에 따른 제어 프로그램은, 형태 1B 내지 16B 중 어느 하나의 예측 시스템으로서 컴퓨터를 기능시키기 위한 제어 프로그램으로서, 상기 기억부 및 상기 수신부로서 컴퓨터를 기능시키기 위한 제어 프로그램이다.

[0234] 본 개시의 형태 20B에 따른 기록 매체는, 형태 19B의 제어 프로그램을 기록한 컴퓨터 판독 가능한 기록 매체이다.

부호의 설명

[0235] 1, 1a: 예측 장치

5: 의료용 화상 관리 장치(기억부)

6: 전자 진료 기록 관리 장치(기억부)

7: 단말 장치(기억부, 수신부)

21: 취득부

22: 약제 정보 적용부

23: 예측부

24: 출력 제어부

25: 학습부

32: 학습 데이터

34: 학습된 약효 예측 모델

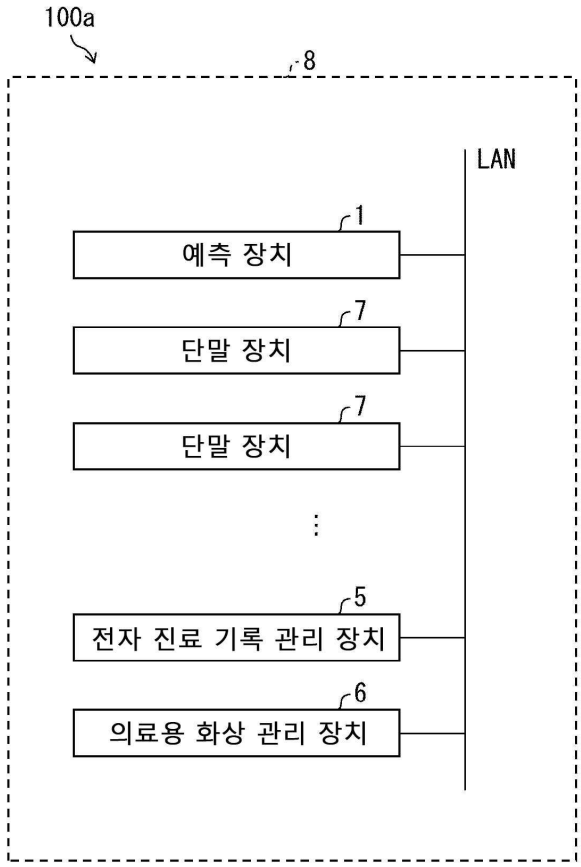
100a, 100b: 예측 시스템

S11: 취득 단계

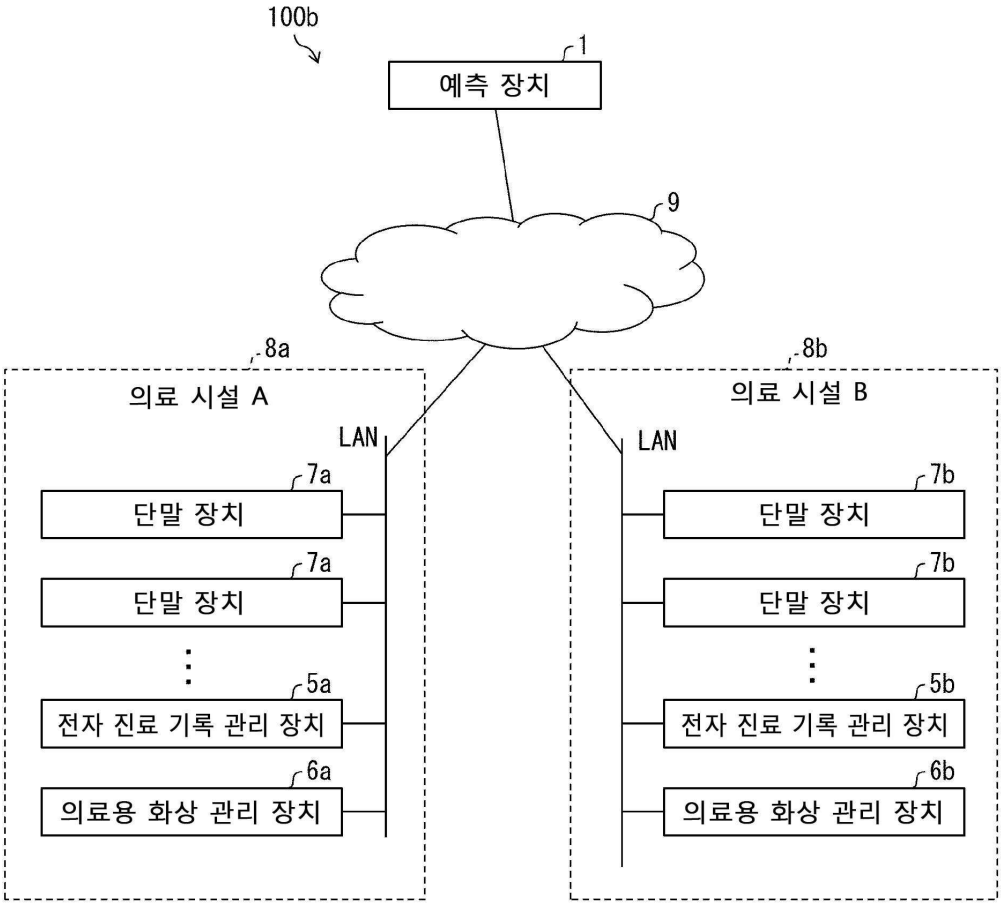
S12: 생성 단계

도면

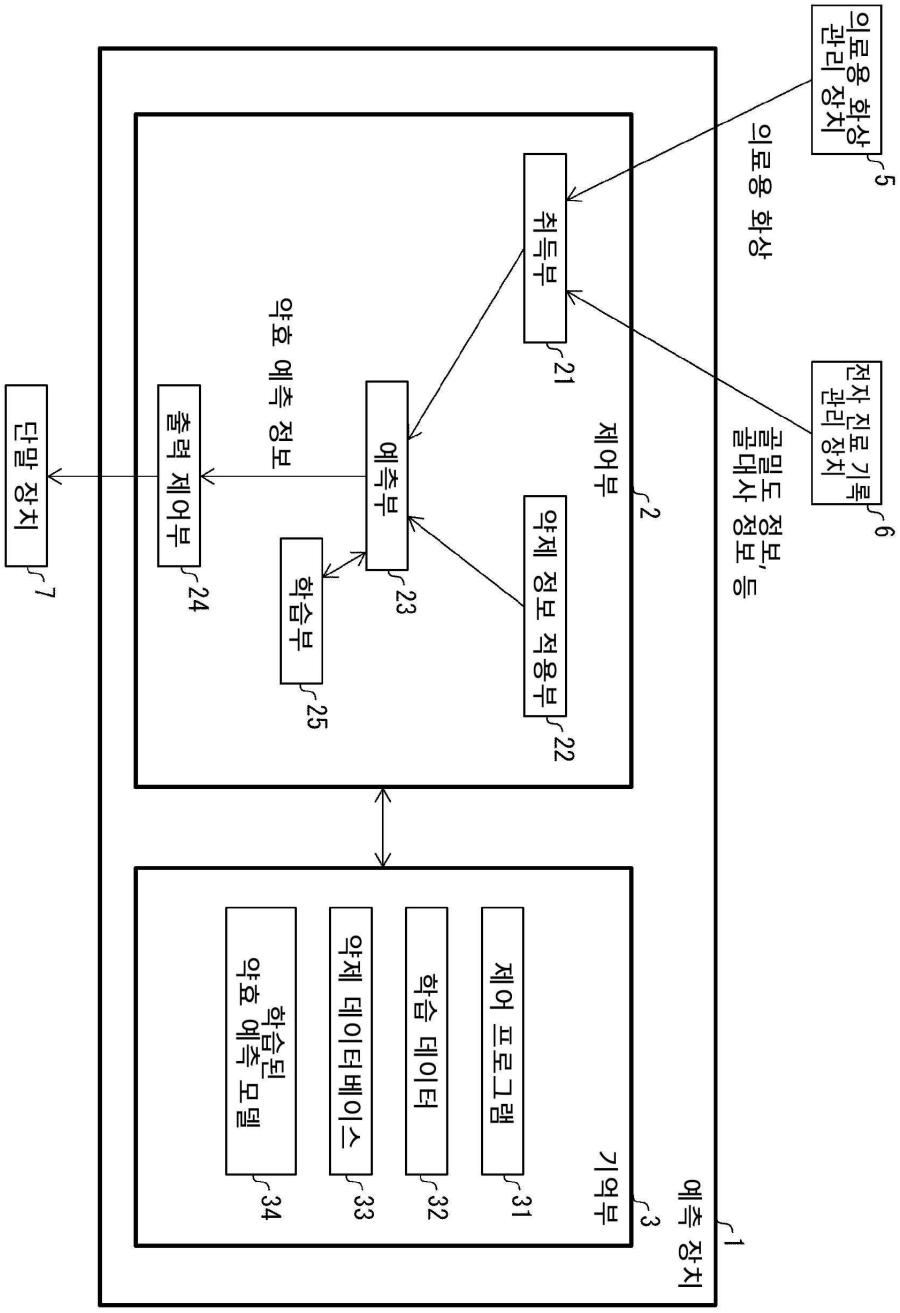
도면1



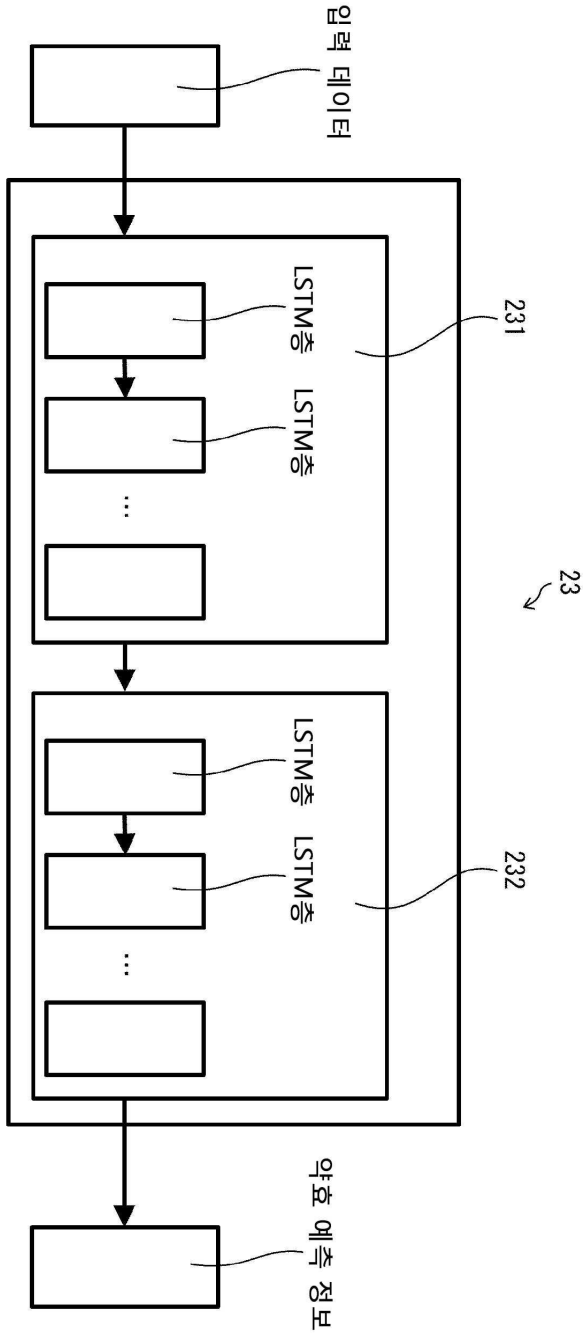
도면2


100b
1
예측 장치
9
8a
의료 시설 A
LAN
7a
단말 장치
7a
단말 장치
5a
전자 진료 기록 관리 장치
6a
의료용 화상 관리 장치
8b
의료 시설 B
LAN
7b
단말 장치
7b
단말 장치
5b
전자 진료 기록 관리 장치
6b
의료용 화상 관리 장치

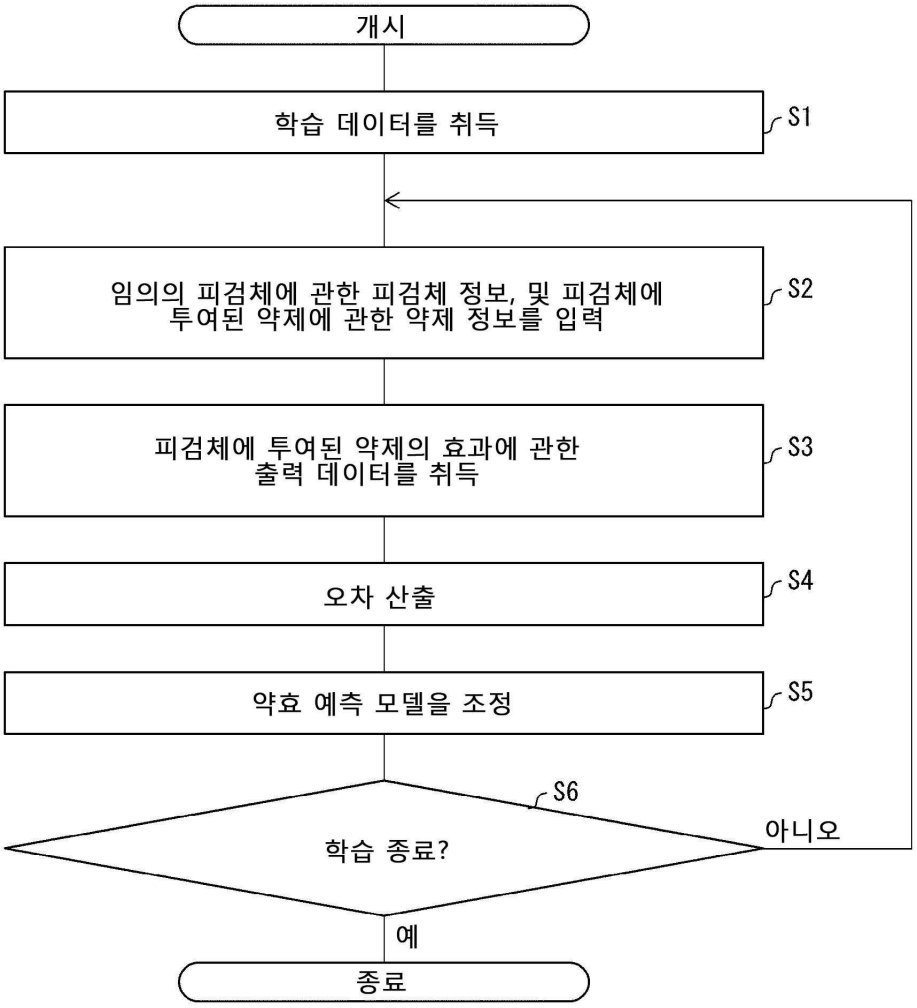
도면3


의료용 화상 관리 장치
5
의료용 화상
전자 진료 기록 관리 장치
6
골밀도 정보, 골대사 정보, 등
예측 장치
1
제어부
2
취득부
21
예측부
23
약제 정보 적용부
22
학습부
25
출력 제어부
24
약효 예측 정보
단말 장치
7
기억부
3
제어 프로그램
31
학습 데이터
32
약제 데이터베이스
33
학습된 약효 예측 모델
34

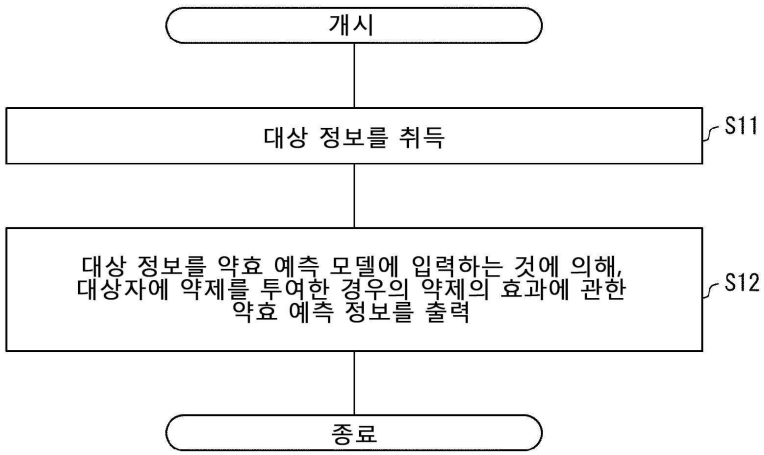
도면4



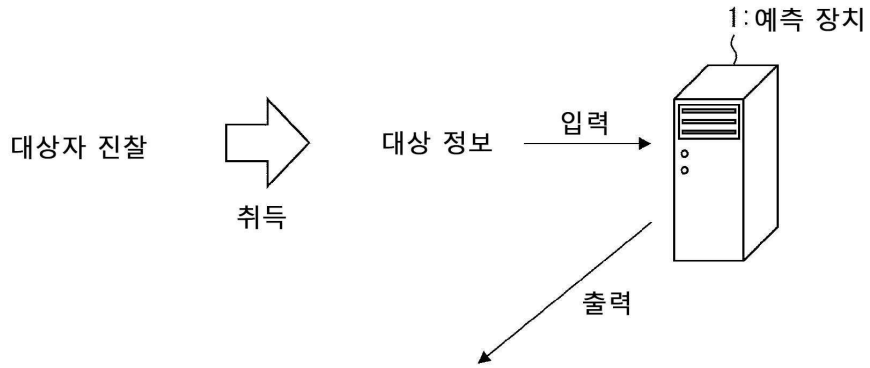
도면5


개시
학습 데이터를 취득
S1
임의의 피검체에 관한 피검체 정보, 및 피검체에 투여된 약제에 관한 약제 정보를 입력
S2
피검체에 투여된 약제의 효과에 관한 출력 데이터를 취득
S3
오차 산출
S4
약효 예측 모델을 조정
S5
S6
학습 종료?
아니오
예
종료

도면6


개시
대상 정보를 취득
S11
대상 정보를 약효 예측 모델에 입력하는 것에 의해, 대상자에 약제를 투여한 경우의 약제의 효과에 관한 약효 예측 정보를 출력
S12
종료

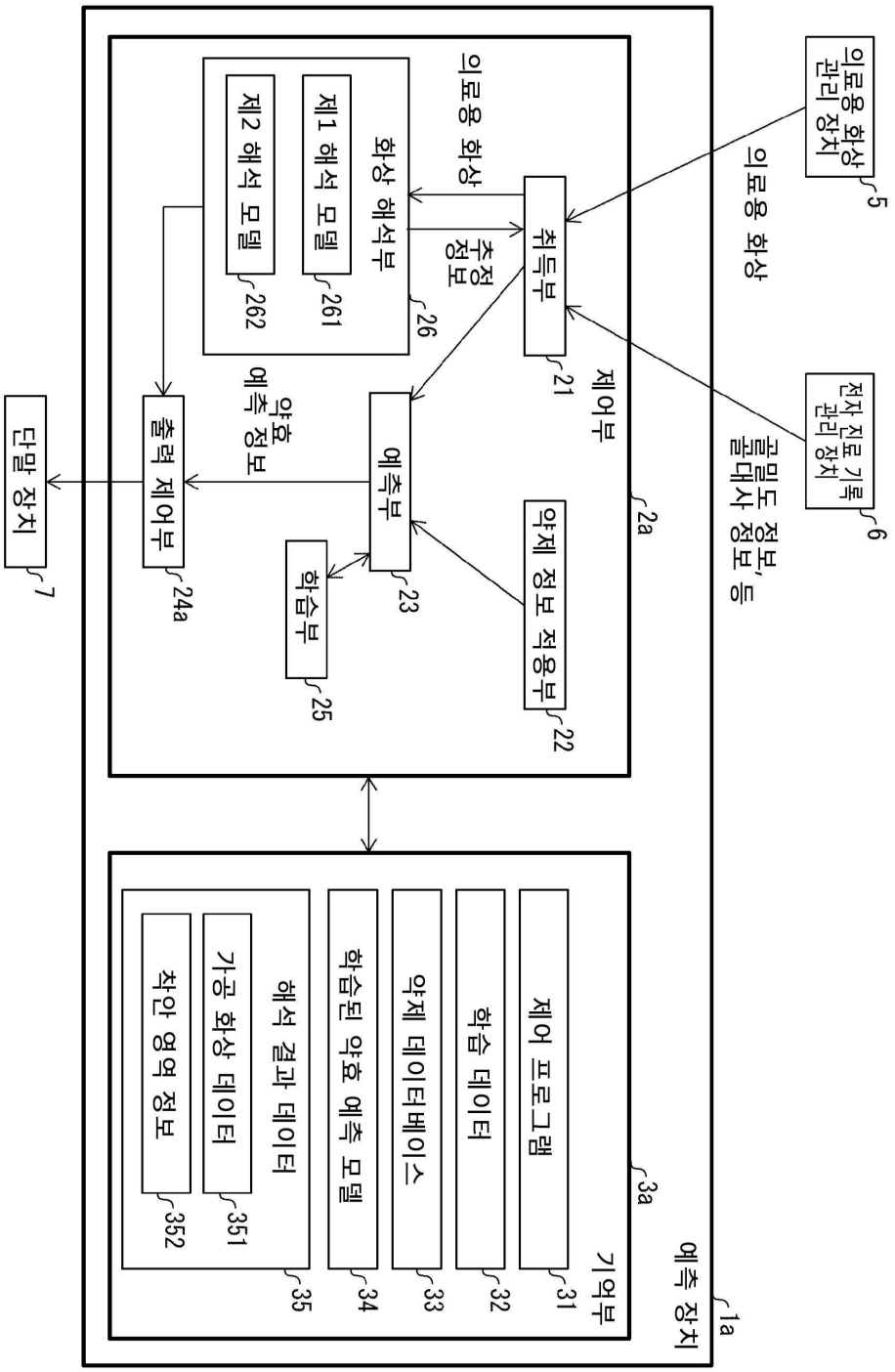
도면7



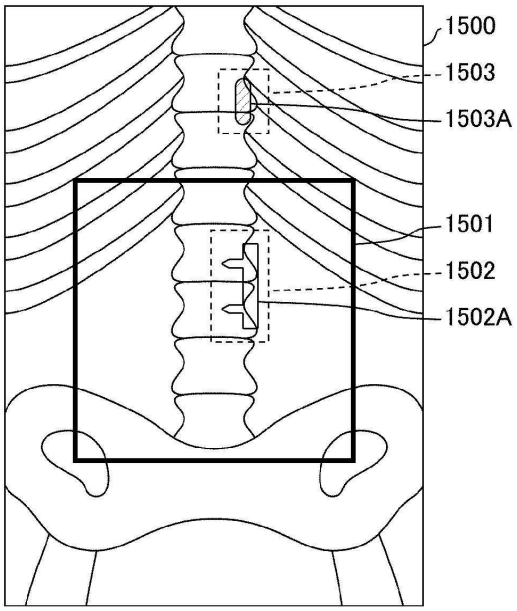
약제 투여의 필요성에 대해
「이대로라면 X년 후 골밀도 ○%
A약을 사용하면 X년 후 골밀도 ○%
B약을 사용하면 X년 후 골밀도 ○%」

약효 예측 정보(예)
(1) 대상자에게 약제를 투여한 경우의 해당 약제의 효과의 정도
(2) 대상 약제가 유효하게 작용할 가능성이 있는 대상자
(3) 대상 약제가 유효하게 작용할 가능성이 있는 종류
(4) 대상 약제를 조합하는 것에 의한 약제 효과의 정도
(5) 대상자의 골다공증의 원인
(6) 병용 약제와의 관계성

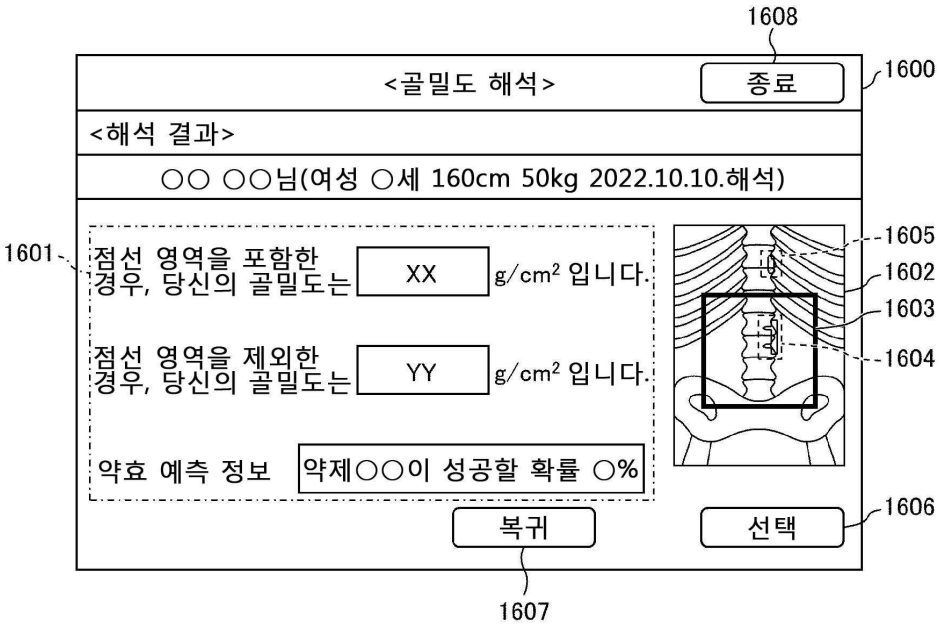
도면8


예측 장치
1a
기억부
3a
제어 프로그램
31
학습 데이터
32
약제 데이터베이스
33
학습된 약효 예측 모델
34
해석 결과 데이터
35
착안 영역 정보
352
가공 화상 데이터
351
제어부
2a
취득부
21
의료용 화상
추정 정보
화상 해석부
26
제1 해석 모델
261
제2 해석 모델
262
약제 정보 적용부
22
예측부
23
학습부
25
출력 제어부
24a
약효 예측 정보
단말 장치
7
의료용 화상 관리 장치
5
의료용 화상
전자 진료 기록 관리 장치
6
골밀도 정보, 골대사 정보, 등

도면9


1500
1503
1503A
1501
1502
1502A

도면10


1608
<골밀도 해석>
종료
1600
<해석 결과>
○○ ○○님(여성 ○세 160cm 50kg 2022.10.10.해석)
1601
점선 영역을 포함한 경우, 당신의 골밀도는
XX
g/cm² 입니다.
점선 영역을 제외한 경우, 당신의 골밀도는
YY
g/cm² 입니다.
약효 예측 정보
약제○○이 성공할 확률 ○%
1605
1602
1603
1604
복귀
선택
1606
1607