(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2021-0023252
(43) 공개일자 2021년03월04일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
A61B 5/00 (2021.01) *A61B 6/00* (2006.01)
(52) CPC특허분류
A61B 5/4504 (2013.01)
A61B 5/7275 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2019-0103212
(22) 출원일자 2019년08월22일
심사청구일자 2019년08월22일

(71) 출원인
인하대학교 산학협력단
인천광역시 미추홀구 인하로 100(용현동, 인하대학교)
(72) 발명자
김여주
경기도 의왕시 내손순환로 32. 220동 1701호
이로운
인천광역시 연수구 청량로 210, 101동 304호 (옥련동, 쌍용아파트)
(74) 대리인
특허법인태백

전체 청구항 수 : 총 14 항

(54) 발명의 명칭 **학습 기반의 팔꿈치 관절 영상을 이용한 골 연령 산출 장치 및 그 방법**

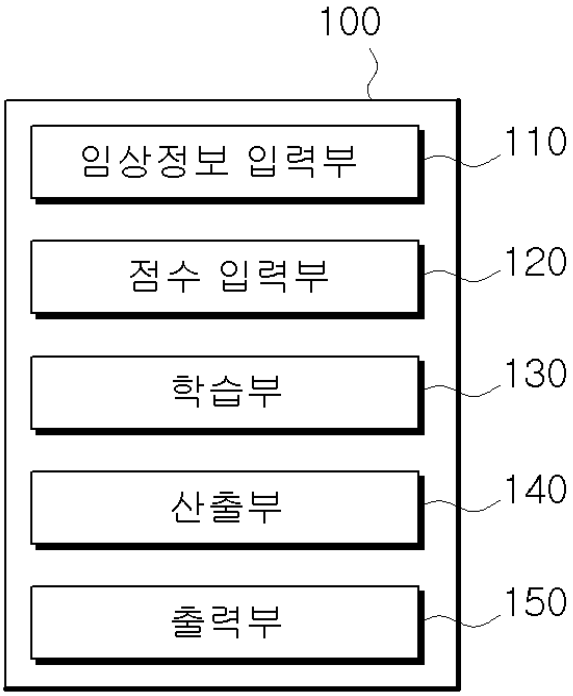
(57) 요 약

본 발명은 학습 기반의 팔꿈치 관절 영상을 이용한 골 연령 산출 장치 및 그 방법에 대한 것이다.

본 발명에 따른 학습 기반의 팔꿈치 관절 영상을 이용한 골 연령 산출 장치는, 측정 대상자의 임상정보를 입력받는 임상정보 입력부; 상기 측정 대상자의 팔꿈치 관절이 촬영된 영상을 이용하여 기 설정된 각 부위별로 기 정의

(뒷면에 계속)

대 표 도 - 도1



된 부위별 레퍼런스에 매칭되는 점수를 각각 입력받는 점수 입력부; 기 학습된 연령별 골 연령 분포 모델을 이용하여 상기 입력된 임상정보에 대응하는 가중치를 추출하고, 추출된 가중치를 상기 입력된 각 부위별 점수에 각각 반영하여 골 연령 산출을 위한 총 점수를 산출하는 산출부; 및 상기 산출된 총 점수에 대응하는 상기 측정 대상자의 골 연령을 출력하는 출력부를 포함한다.

이와 같이 본 발명에 따르면, 학습 모델을 이용하여 측정 대상자의 임상정보가 반영된 가중치를 팔꿈치 관절의 영상으로부터 판독된 각 부위의 점수에 반영함으로써 산출 정확도를 향상시키고, 판독 시간을 감소시킬 수 있는 효과가 있다.

(52) CPC특허분류
A61B 6/505 (2013.01)

명 세 서

청구범위

청구항 1

학습 기반의 팔꿈치 관절 영상을 이용한 골 연령 산출 장치에 있어서,

측정 대상자의 임상정보를 입력받는 임상정보 입력부;

상기 측정 대상자의 팔꿈치 관절이 촬영된 영상을 이용하여 기 설정된 각 부위별로 기 정의된 부위별 레퍼런스에 매칭되는 점수를 각각 입력받는 점수 입력부;

기 학습된 연령별 골 연령 분포 모델을 이용하여 상기 입력된 임상정보에 대응하는 가중치를 추출하고, 추출된 가중치를 상기 입력된 각 부위별 점수에 각각 반영하여 골 연령 산출을 위한 총 점수를 산출하는 산출부; 및

상기 산출된 총 점수에 대응하는 상기 측정 대상자의 골 연령을 출력하는 출력부를 포함하는 골 연령 산출 장치.

청구항 2

제1항에 있어서,

다수 피검자들의 성별, 나이, 병적 상태 및 투약 상태, 칼슘량 또는 호르몬 분비량에 의해 추정되는 골 연령을 입력 값으로 하여 상기 골 연령 분포 모델을 학습시키는 학습부를 더 포함하는 골 연령 산출 장치.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 임상정보는,

상기 측정 대상자의 성별, 나이, 병적 상태 및 투약 상태 중에서 적어도 어느 하나를 포함하는 골 연령 산출 장치.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 산출부는,

상기 임상정보가 입력되면, 상기 산출된 총 점수에 대응하는 골 연령이 상기 추정되는 골 연령을 추종하도록 하기 위한 상기 각 부위별 가중치를 상기 연령별 골 연령 분포 모델을 통해 추출하는 골 연령 산출 장치.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 점수 입력부는,

상기 팔꿈치 관절이 촬영된 영상에서 관절구와 상관절융기(Condyle and Epicondyle), 연골륜(Trochlea), 요골두(Radial head) 및 팔꿈치머리(Olecranon)에 해당하는 4가지 부위의 점수를 판독자로부터 각각 입력받는 골 연령 산출 장치.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 산출부는,

다음의 수학식에 의해 상기 골 연령 산출을 위한 총 점수를 산출하는 팔꿈치 관절의 골 연령 산출 장치:

$$TS = (A * \alpha) + (B * \beta) + (C * \gamma) + (D * \delta)$$

여기서, TS는 총 점수, A는 관절구와 상관절융기 부위에 해당하는 입력 점수, B는 연골륜 부위에 해당하는 입력 점수, C는 요골두 부위에 해당하는 입력 점수, D는 팔꿈치머리 부위에 해당하는 입력 점수, α, β, γ, δ 는 각 부위별로 반영되는 가중치이다.

청구항 7

제3항에 있어서,

상기 병적 상태는,

대사성 질환 여부, 호흡기 질환 여부, 심장 질환 여부 및 저성장 관련 유전 질환 여부 중에서 적어도 하나를 선택하기 위한 항목을 포함하고,

상기 투약 상태는,

성장 및 성 호르몬 투여 여부, 골 형성 촉진제 투여 여부 및 골 형성 억제제 투여 여부 중에서 적어도 하나를 선택하기 위한 항목을 포함하는 골 연령 산출 장치.

청구항 8

학습 기반의 팔꿈치 관절 영상을 이용한 골 연령 산출 장치에 의해 수행되는 골 연령 산출 방법에 있어서,

상기 골 연령 산출 장치가 임상정보를 입력받는 단계;

상기 측정 대상자의 팔꿈치 관절이 촬영된 영상을 이용하여 기 설정된 각 부위별로 기 정의된 부위별 레퍼런스에 매칭되는 점수를 각각 입력받는 단계;

기 학습된 연령별 골 연령 분포 모델을 이용하여 상기 입력된 임상정보에 대응하는 가중치를 추출하는 단계;

상기 추출된 가중치를 상기 입력된 각 부위별 점수에 각각 반영하여 골 연령 산출을 위한 총 점수를 산출하는 단계; 및

상기 산출된 총 점수에 대응하는 상기 측정 대상자의 골 연령을 출력하는 단계를 포함하는 골 연령 산출 방법.

청구항 9

제8항에 있어서,

다수 피검자들의 성별, 나이, 병적 상태 및 투약 상태, 칼슘량 또는 호르몬 분비량에 의해 추정되는 골 연령을 입력 값으로 하여 상기 골 연령 분포 모델을 학습시키는 단계를 더 포함하는 골 연령 산출 방법.

청구항 10

제8항에 있어서,

상기 임상정보는,

상기 측정 대상자의 성별, 나이, 병적 상태 및 투약 상태 중에서 적어도 어느 하나를 포함하는 골 연령 산출 방법.

청구항 11

제10항에 있어서,

상기 산출하는 단계는,

상기 임상정보가 입력되면, 상기 산출된 총 점수에 대응하는 골 연령이 상기 추정되는 골 연령을 추종하도록 하기 위한 상기 각 부위별 가중치를 상기 연령별 골 연령 분포 모델을 통해 추출하는 골 연령 산출 방법.

청구항 12

제11항에 있어서,

상기 점수를 각각 입력받는 단계는,

상기 팔꿈치 관절이 촬영된 영상에서 관절구와 상관절융기(Condyle and Epicondyle), 연골륜(Trochlea), 요골두(Radial head) 및 팔꿈치머리(Olecranon)에 해당하는 4가지 부위의 점수를 판독자로부터 각각 입력받는 골 연령 산출 방법.

청구항 13

제12항에 있어서,

상기 총 점수를 산출하는 단계는,

다음의 수학식에 의해 상기 골 연령 산출을 위한 총 점수를 산출하는 골 연령 산출 방법:

$$TS = (A * \alpha) + (B * \beta) + (C * \gamma) + (D * \delta)$$

여기서, TS는 총 점수, A는 관절구와 상관절융기 부위에 해당하는 입력 점수, B는 연골륜 부위에 해당하는 입력 점수, C는 요골두 부위에 해당하는 입력 점수, D는 팔꿈치머리 부위에 해당하는 입력 점수, α, β, γ, δ 는 각 부위별로 반영되는 가중치이다.

청구항 14

제10항에 있어서,

상기 병적 상태는,

대사성 질환 여부, 호흡기 질환 여부, 심장 질환 여부 및 저성장 관련 유전 질환 여부 중에서 적어도 하나를 선택하기 위한 항목을 포함하고,

상기 투약 상태는,

성장 및 성 호르몬 투여 여부, 골 형성 촉진제 투여 여부 및 골 형성 억제제 투여 여부 중에서 적어도 하나를 선택하기 위한 항목을 포함하는 골 연령 산출 방법.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 학습 기반의 팔꿈치 관절 영상을 이용한 골 연령 산출 장치 및 그 방법에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 학습 모델을 이용하여 측정 대상자의 임상정보가 반영된 가중치를 팔꿈치 관절의 영상으로부터 판독된 각 부위의 점수에 반영함으로써 정확한 골 연령을 산출하는 팔꿈치 관절의 단순 방사선 사진을 이용한 골 연령 산출 장치 및 그 방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 소아의 성장 및 발달 상태 확인을 위해 골 연령(bone age) 측정이 널리 이루어 지고 있는데, 일반적으로 골 연령 측정은 수부 및 손목 관절(hand and wrist)과 팔꿈치 관절(elbow joint)의 뼈의 발달 상태 및 골화 중심(ossification center)의 생성 여부를 확인함으로써 계산된다.

[0003] 수부 및 손목 관절의 골 연령 측정은 AI(Artificial inteligence)가 개발되어 식약처 승인 및 임상 현장에 도입된 상태이나, 사춘기가 시작되는 시기에 수부 및 손목 관절은 영상 상으로 큰 변화가 없어 골 연령 측정의 정확도가 다소 떨어지는 문제점이 있다.

[0004] 따라서 사춘기 청소년들은 팔꿈치 관절 영상을 이용하여 주로 다음과 같은 두가지 방법에 의해 뼈 연령이 계산되는데, 먼저, 골화 중심의 생성 여부와 생성 정도를 파악하는 골 연령 측정법(Sauvegrain method)은 단순 방사선 사진(예를 들면, X-ray)에서 4군데의 팔꿈치 부위를 골 연령 판독을 위한 레퍼런스에 매칭하여 각 부위별 성

숙도를 점수화하고, 총점을 이용하여 골 연령을 도출해내는 방법으로, 이러한 방법은 판독자(의사)에 의해 수기로 판단되고 계산되므로 시간이 소요되고 정확도가 다소 떨어지는 단점이 있다.

[0005] 또 다른 방법은 팔꿈치머리 돌기(Olecranon process)의 발달 정도를 파악하는 방법(Dimeglio method)으로, 팔꿈치머리 돌기 부위를 레퍼런스에 매칭하여 점수화하고, 해당 점수에 대응하는 골 연령을 도출해내는 방법으로 골 연령 측정법(Sauvegrain method)에 비해 정확도가 다소 떨어지는 단점이 있다.

[0006] 다만, 사춘기 급 성장기인 첫 2년 동안(골 연령 여아 11-13세, 남아 13-15세에 해당)은 6개월 간격으로 팔꿈치머리(Olecranon)에 명확한 변화가 일어나는 시기이므로 팔꿈치 측면 사진만으로도 간단하게 측정해 볼 수 있어 골 연령 측정법(Sauvegrain method)에 비해 속도가 빠른 팔꿈치머리 돌기(Olecranon process)의 발달 정도를 파악하는 방법(Dimeglio method)이 더 유용할 수 있다.

[0007] 하지만 위의 두가지 방법 모두 판독자의 판독에 의해 골 연령이 도출되는 방법이므로 팔꿈치 관절 영상을 이용하여 보다 정확하게 골 연령을 판단하기 위한 장치의 개발이 필요하다.

[0008] 본 발명의 배경이 되는 기술은 대한민국 등록특허공보 제10-0864434호(2008. 10. 20. 공고)에 개시되어 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0009] 본 발명이 이루고자 하는 기술적 과제는 학습 모델을 이용하여 측정 대상자의 임상정보가 반영된 가중치를 팔꿈치 관절의 영상으로부터 판독된 각 부위의 점수에 반영함으로써 정확한 골 연령을 산출하는 팔꿈치 관절의 단순 방사선 사진을 이용한 골 연령 산출 장치 및 그 방법을 제공하기 위한 것이다.

과제의 해결 수단

[0010] 이러한 기술적 과제를 이루기 위한 본 발명의 실시예에 따른 학습 기반의 팔꿈치 관절 영상을 이용한 골 연령 산출 장치는, 측정 대상자의 임상정보를 입력받는 임상정보 입력부; 상기 측정 대상자의 팔꿈치 관절이 촬영된 영상을 이용하여 기 설정된 각 부위별로 기 정의된 부위별 레퍼런스에 매칭되는 점수를 각각 입력받는 점수 입력부; 기 학습된 연령별 골 연령 분포 모델을 이용하여 상기 입력된 임상정보에 대응하는 가중치를 추출하고, 추출된 가중치를 상기 입력된 각 부위별 점수에 각각 반영하여 골 연령 산출을 위한 총 점수를 산출하는 산출부; 및 상기 산출된 총 점수에 대응하는 상기 측정 대상자의 골 연령을 출력하는 출력부를 포함한다.

[0011] 또한, 다수 피검자들의 성별, 나이, 병적 상태 및 투약 상태, 칼슘량 또는 호르몬 분비량에 의해 추정되는 골 연령을 입력 값으로 하여 상기 골 연령 분포 모델을 학습시키는 학습부를 더 포함할 수 있다.

[0012] 또한, 상기 임상정보는 상기 측정 대상자의 성별, 나이, 병적 상태 및 투약 상태 중에서 적어도 어느 하나를 포함할 수 있다.

[0013] 또한, 상기 산출부는 상기 임상정보가 입력되면, 상기 산출된 총 점수에 대응하는 골 연령이 상기 추정되는 골 연령을 추종하도록 하기 위한 상기 각 부위별 가중치를 상기 연령별 골 연령 분포 모델을 통해 추출할 수 있다.

[0014] 또한, 상기 점수 입력부는 상기 팔꿈치 관절이 촬영된 영상에서 관절구와 상관절융기(Condyle and Epicondyle), 연골륜(Trochlea), 요골두(Radial head) 및 팔꿈치머리(Olecranon)에 해당하는 4가지 부위의 점수를 판독자로부터 각각 입력받을 수 있다.

[0015] 또한, 상기 산출부는 다음의 수학식에 의해 상기 골 연령 산출을 위한 총 점수를 산출할 수 있다.

$$TS = (A * \alpha) + (B * \beta) + (C * \gamma) + (D * \delta)$$

[0016]

[0017] 여기서, TS는 총 점수, A는 관절구와 상관절융기 부위에 해당하는 입력 점수, B는 연골륜 부위에 해당하는 입력 점수, C는 요골두 부위에 해당하는 입력 점수, D는 팔꿈치머리 부위에 해당하는 입력 점수, α, β, γ, δ 는 각 부위별로 반영되는 가중치이다.

[0018] 또한, 상기 병적 상태는 대사성 질환 여부, 호흡기 질환 여부, 심장 질환 여부 및 저성장 관련 유전 질환 여부 중에서 적어도 하나를 선택하기 위한 항목을 포함하고, 상기 투약 상태는 성장 및 성 호르몬 투여 여부, 골 형성 촉진제 투여 여부 및 골 형성 억제제 투여 여부 중에서 적어도 하나를 선택하기 위한 항목을 포함할 수

있다.

[0019] 또한, 본 발명의 실시예에 따른 학습 기반의 팔꿈치 관절 영상을 이용한 골 연령 산출 방법은, 상기 골 연령 산출 장치가 임상정보를 입력받는 단계; 상기 측정 대상자의 팔꿈치 관절이 촬영된 영상을 이용하여 기 설정된 각 부위별로 기 정의된 부위별 레퍼런스에 매칭되는 점수를 각각 입력받는 단계; 기 학습된 연령별 골 연령 분포 모델을 이용하여 상기 입력된 임상정보에 대응하는 가중치를 추출하는 단계; 상기 추출된 가중치를 상기 입력된 각 부위별 점수에 각각 반영하여 골 연령 산출을 위한 총 점수를 산출하는 단계; 및 상기 산출된 총 점수에 대응하는 상기 측정 대상자의 골 연령을 출력하는 단계를 포함할 수 있다.

발명의 효과

[0020] 이와 같이 본 발명에 따르면, 학습 모델을 이용하여 측정 대상자의 임상정보가 반영된 가중치를 팔꿈치 관절의 영상으로부터 판독된 각 부위의 점수에 반영함으로써 산출 정확도를 향상시키고, 판독 시간을 감소시킬 수 있는 효과가 있다.

[0021] 또한 본 발명에 따르면, 팔꿈치 관절 각 부위의 점수를 연산할 때, 측정 대상자의 성별, 실제 나이, 현재 병적 상태 및 투약 상태와 같은 측정 대상자의 임상정보를 반영하여 연산함으로써 골 연령 산출 정확도가 보다 향상되도록 하는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

[0022] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 학습 기반의 팔꿈치 관절 영상을 이용한 골 연령 산출 장치를 나타낸 블록구성도이다.

도 2는 본 발명의 실시예에 따른 학습 기반의 팔꿈치 관절 영상을 이용한 골 연령 산출 방법의 동작 흐름을 도시한 순서도이다.

도 3은 본 발명의 실시예에 따른 학습 기반의 팔꿈치 관절 영상을 이용한 골 연령 산출 방법에서 판독자에 의해 점수가 입력되는 부위를 설명하기 위한 팔꿈치 관절 영상이다.

도 4는 본 발명의 실시예에 따른 학습 기반의 팔꿈치 관절 영상을 이용한 골 연령 산출 방법에서 총 점수에 대응하는 골 연령을 성별에 따라 나타낸 그래프이다.

도 5 및 도 6은 본 발명의 실시예에 따른 골 연령 산출 프로그램을 구현한 예시이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0023] 이하 첨부된 도면을 참조하여 본 발명에 따른 바람직한 실시예를 상세히 설명하기로 한다. 이 과정에서 도면에 도시된 선들의 두께나 구성요소의 크기 등은 설명의 명료성과 편의상 과장되게 도시되어 있을 수 있다.

[0024] 또한 후술되는 용어들은 본 발명에서의 기능을 고려하여 정의된 용어들로서, 이는 사용자, 운용자의 의도 또는 관례에 따라 달라질 수 있다. 그러므로 이러한 용어들에 대한 정의는 본 명세서 전반에 걸친 내용을 토대로 내려져야 할 것이다.

[0025] 먼저, 도 1을 통해 본 발명의 실시예에 따른 학습 기반의 팔꿈치 관절 영상을 이용한 골 연령 산출 장치에 대하여 설명한다.

[0026] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 학습 기반의 팔꿈치 관절 영상을 이용한 골 연령 산출 장치를 나타낸 블록구성도이다.

[0027] 도 1에서와 같이 본 발명의 실시예에 따른 학습 기반의 팔꿈치 관절 영상을 이용한 골 연령 산출 장치(100)는, 임상정보 입력부(110), 점수 입력부(120), 학습부(130), 산출부(140) 및 출력부(150)를 포함한다.

[0028] 먼저, 임상정보 입력부(110)는 측정 대상자의 임상정보를 입력받는다.

[0029] 이때, 측정 대상자는 골 연령을 측정 받고자하는 환자 또는 피검자이며, 임상정보 입력부(110)는 측정 대상자 또는 판독자(의사 또는 영상 판독 전문가)로부터 측정 대상자의 임상정보가 입력될 수도 있다.

[0030] 또한, 이때 입력되는 임상정보는 측정 대상자의 성별, 나이, 병적 상태 및 투약 상태 중에서 적어도 어느 하나를 포함할 수 있다.

[0031] 여기서 병적 상태는 대사성 질환 여부, 호흡기 질환 여부, 심장 질환 여부 및 저성장 관련 유전 질환 여부를 포함하며 중복 입력이 가능하도록 하고, 투약 상태는 성장 및 성 호르몬 투여 여부, 골 형성 촉진제 투여 여부 및 골 형성 억제제 투여 여부를 포함하며 중복 입력이 가능하도록 할 수 있다.

[0032] 그리고 점수 입력부(120)는 측정 대상자의 팔꿈치 관절이 촬영된 영상을 이용하여 기 설정된 각 부위별로 기 정의된 부위별 레퍼런스에 매칭되는 점수를 각각 입력받는다.

[0033] 이때, 팔꿈치 관절이 촬영된 영상은 엑스레이(X-ray)와 같은 단순 방사선 의료 영상일 수 있으며, 이에 한정하는 것은 아니다.

[0034] 또한, 팔꿈치 관절에서 골 연령을 산출하기 위해 참고되는 부위는 관절구와 상관절융기(Condyle and Epicondyle), 연골륜(Trochlea), 요골두(Radial head) 및 팔꿈치머리(Olecranon)에 해당하는 4가지 부위로 기 설정된다.

[0035] 따라서, 점수 입력부(120)는 측정 대상자의 팔꿈치 관절 영상을 판독하는 판독자가 기 정의된 부위별 레퍼런스를 참고하여 측정 대상자의 팔꿈치 관절 영상의 관절구와 상관절융기, 연골륜, 요골두 및 팔꿈치머리 부위를 판독한 결과에 따른 각 부위별 점수를 입력받는다.

[0036] 그리고 학습부(130)는 다수 피검자들의 성별, 나이, 병적 상태 및 투약 상태, 칼슘량 또는 호르몬 분비량에 의해 추정되는 골 연령을 입력 값으로 하여 골 연령 분포 모델을 학습시킨다.

[0037] 즉, 학습부(130)는 다수 피검자들의 임상정보와, 골 연령에 유사한 인자인 칼슘량 또는 호르몬 분비량 데이터를 기계 학습하여 한국 소아 및 청소년의 연령별 골 연령 분포 모델을 구축함으로써, 판독자의 주관적인 판독에 의해 입력되는 각 부위별 점수의 오차율을 저감시킬 수 있고, 유사한 조건(예를 들면, 측정 대상자와 나이, 성별, 병적 상태 및 투약 상태, 칼슘량 또는 호르몬 분비량 등이 유사한 과거 피검자)을 가진 피검자들의 골 연령 산출 결과를 참고하여 측정 대상자의 골 연령 추정이 가능하도록 할 수도 있다.

[0038] 그리고 산출부(140)는 기 학습된 연령별 골 연령 분포 모델을 이용하여 임상정보 입력부(110)에 입력된 임상정보에 대응하는 가중치를 추출하고, 추출된 가중치를 점수 입력부(120)에 입력된 각 부위별 점수에 각각 반영하여 골 연령 산출을 위한 총 점수를 산출한다.

[0039] 즉, 산출부(140)는 임상정보 입력부(110)에 임상정보가 입력되면, 점수 입력부(120)에 입력된 각 부위별 점수에 의해 산출된 총 점수에 대응하는 골 연령이 연령별 골 연령 분포 모델에 의해 추정되는 골 연령을 추종하도록 하기 위한 각 부위별 가중치를 연령별 골 연령 분포 모델을 통해 추출할 수도 있다.

[0040] 따라서, 산출부(140)는 다음의 수학식 1에 의해 골 연령 산출을 위한 총 점수를 산출할 수 있다.

수학식 1

[0041] $$TS = (A * \alpha) + (B * \beta) + (C * \gamma) + (D * \delta)$$

[0042] 여기서, TS는 총 점수, A는 관절구와 상관절융기 부위에 해당하는 입력 점수, B는 연골륜 부위에 해당하는 입력 점수, C는 요골두 부위에 해당하는 입력 점수, D는 팔꿈치머리 부위에 해당하는 입력 점수, α, β, γ, δ 는 연령별 골 연령 분포 모델에 의해 추출된 각 부위별로 반영되는 가중치이다.

[0043] 마지막으로 출력부(150)는 산출부(140)로부터 산출된 총 점수에 대응하는 측정 대상자의 골 연령을 출력한다.

[0044] 이하에서는 도 2 내지 도 6을 통해 본 발명의 실시예에 따른 학습 기반의 팔꿈치 관절 영상을 이용한 골 연령 산출 방법에 대하여 설명한다.

[0045] 도 2는 본 발명의 실시예에 따른 학습 기반의 팔꿈치 관절 영상을 이용한 골 연령 산출 방법의 동작 흐름을 도시한 순서도로서, 이를 참조하여 본 발명의 구체적인 동작을 설명한다.

[0046] 본 발명의 실시예에 따르면, 먼저 골 연령 산출 장치(100)의 임상정보 입력부(110)는 측정 대상자의 임상정보를 입력받는다(S210).

[0047] 이때, 임상정보는 측정 대상자의 성별, 나이, 병적 상태 및 투약 상태 중에서 적어도 어느 하나를 포함할 수 있

다.

[0048] 여기서 병적 상태는 대사성 질환 여부, 호흡기 질환 여부, 심장 질환 여부 및 저성장 관련 유전 질환 여부를 포함하며 중복 입력이 가능하도록 하고, 투약 상태는 성장 및 성 호르몬 투여 여부, 골 형성 촉진제 투여 여부 및 골 형성 억제제 투여 여부를 포함하며 중복 입력이 가능하도록 할 수 있다.

[0049] 그 다음, 점수 입력부(120)는 측정 대상자의 팔꿈치 관절이 촬영된 영상을 이용하여 기 설정된 각 부위별로 기 정의된 부위별 레퍼런스에 매칭되는 점수를 각각 입력받는다(S220).

[0050] 도 3은 본 발명의 실시예에 따른 학습 기반의 팔꿈치 관절 영상을 이용한 골 연령 산출 방법에서 판독자에 의해 점수가 입력되는 부위를 설명하기 위한 팔꿈치 관절 영상이다.

[0051] 도 3에서와 같이, 팔꿈치 관절에서 골 연령을 산출하기 위해 참고되는 부위는 관절구와 상관절융기(Condyle and Epicondyle), 연골륜(Trochlea), 요골두(Radial head) 및 팔꿈치머리(Olecranon)에 해당하는 4가지 부위로 기 설정된다.

[0052] 그 다음, 산출부(140)는 기 학습된 연령별 골 연령 분포 모델을 이용하여 S210 단계에서 입력된 임상정보에 대응하는 가중치를 추출한다(S230).

[0053] 여기서, 골 연령 분포 모델은 다수 피검자들의 성별, 나이, 병적 상태 및 투약 상태, 칼슘량 또는 호르몬 분비량에 의해 추정되는 골 연령을 입력 값으로 하여 기계 학습된 학습 모델이다.

[0054] 그 다음, 산출부(140)는 S230 단계에서 추출된 가중치를 S220 단계에서 입력된 각 부위별 점수에 각각 반영하여 골 연령 산출을 위한 총 점수를 산출한다(S240).

[0055] 즉, 총 점수에 대응하는 골 연령이 연령별 골 연령 분포 모델에 의해 추정되는 골 연령을 추종하도록 하기 위한 각 부위별 가중치를 연령별 골 연령 분포 모델을 통해 추출하고, 추출된 가중치를 각 부위별 점수에 각각 반영하여 골 연령 산출을 위한 총 점수를 산출할 수도 있다.

[0056] 이때, S240 단계는 수학식 1에 의해 골 연령 산출을 위한 총 점수를 산출할 수 있다.

[0057] 마지막으로 출력부(150)는 S240 단계에서 산출된 총 점수에 대응하는 측정 대상자의 골 연령을 출력한다(S250).

[0058] 본 발명의 실시예에서는 골 연령 측정법(Sauvegrain method)에서 각 부위별 점수의 총점을 이용하여 골 연령을 도출해내는 것과 같이 S240 단계에서 산출된 총 점수를 이용하여 이 점수에 대응하는 측정 대상자의 골 연령을 출력해낼 수 있다.

[0059] 도 4는 본 발명의 실시예에 따른 학습 기반의 팔꿈치 관절 영상을 이용한 골 연령 산출 방법에서 총 점수에 대응하는 골 연령을 성별에 따라 나타낸 그래프이다.

[0060] 도 4에서와 같이, 본 발명이 실시예에 따르면 측정 대상자의 성별에 따라 총 점수에 대응하는 측정 대상자의 골 연령을 출력할 수 있다.

[0061] 또한, 본 발명의 실시예에 따른 골 연령 산출 장치(100)는 사용자의 편의를 위해 사용자로부터 지정된 항목이 입력되면 입력되는 값에 대응하는 결과를 출력하는 프로그램 형태로 구현될 수도 있으며, 구현 대상을 프로그램으로 한정하는 것은 아니다. 다만 이해의 편의를 위해 프로그램 형태를 예로 들어 본 발명의 실시예에 따른 골 연령 산출 방법을 설명하자면 다음과 같다.

[0062] 도 5 및 도 6은 본 발명의 실시예에 따른 골 연령 산출 프로그램을 구현한 예시이다.

[0063] 도 5는 측정 대상자의 정보가 입력되기 전을 도시한 초기 화면이고, 도 6은 모든 정보가 입력된 후 골 연령이 산출된 결과를 도시한 결과 화면이다.

[0064] 먼저, 도 5의 화면에서 측정 대상자 또는 측정 대상자를 진찰하기 위한 판독자로부터 성별(Gender), 나이(Age), 병적 상태(Morbidity) 및 투약 상태(Medication)를 포함하는 측정 대상자의 임상정보가 선택(체크) 입력되고, 측정 대상자의 팔꿈치 관절이 촬영된 영상을 판독한 판독자로부터 관절구와 상관절융기(Condyle and Epicondyle), 연골륜(Trochlea), 요골두(Radial head) 및 팔꿈치머리(Olecranon)에 해당하는 4가지 부위 각각에 해당하는 점수가 선택(입력)되면, 골 연령 측정 장치(100)는 골 연령 분포 모델을 통해 추출된 가중치를 반영하여 수학식 1에 의해 산출된 결과(Conclusion)를 도 6에서와 같이 출력한다.

[0065] 이때, 측정 대상자 또는 판독자에 의해 선택된 항목은 도 6에서와 같이 하이라이트 형태로 표시되도록 할 수도

있고, 각 항목의 점수 및 골 연령을 판독문으로 옮길 수 있도록 클립보드에 복사하는 기능이 추가되도록 할 수도 있다. 또한, 도 5의 화면으로 돌아가기 위해 이전 결과를 삭제하고 초기화하는 리셋(Reset) 기능이 추가될 수도 있다. 마지막으로 판독 시 최상위 창으로 작동하도록 하는 Always on top 기능이 구현될 수도 있다.

[0066] 상술한 바와 같이, 본 발명의 실시예에 따른 학습 기반의 팔꿈치 관절 영상을 이용한 골 연령 산출 장치 및 그 방법은 학습 모델을 이용하여 측정 대상자의 임상정보가 반영된 가중치를 팔꿈치 관절의 영상으로부터 판독된 각 부위의 점수에 반영함으로써 산출 정확도를 향상시키고, 판독 시간을 감소시킬 수 있는 효과가 있다.

[0067] 또한 본 발명의 실시예에 따르면, 팔꿈치 관절 각 부위의 점수를 연산할 때, 측정 대상자의 성별, 실제 나이, 현재 병적 상태 및 투약 상태와 같은 측정 대상자의 임상정보를 반영하여 연산함으로써 골 연령 산출 정확도가 보다 향상되도록 하는 효과가 있다.

[0068] 본 발명은 도면에 도시된 실시예를 참고로 하여 설명되었으나 이는 예시적인 것에 불과하며, 당해 기술이 속하는 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 타 실시예가 가능하다는 점을 이해할 것이다. 따라서 본 발명의 진정한 기술적 보호범위는 아래의 특허청구범위의 기술적 사상에 의하여 정해져야 할 것이다.

부호의 설명

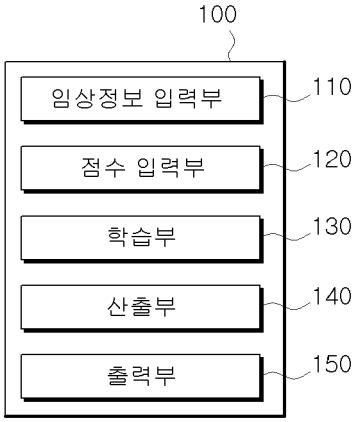
[0069] 100 : 골 연령 산출 장치 110 : 임상정보 입력부

120 : 점수 입력부 130 : 학습부

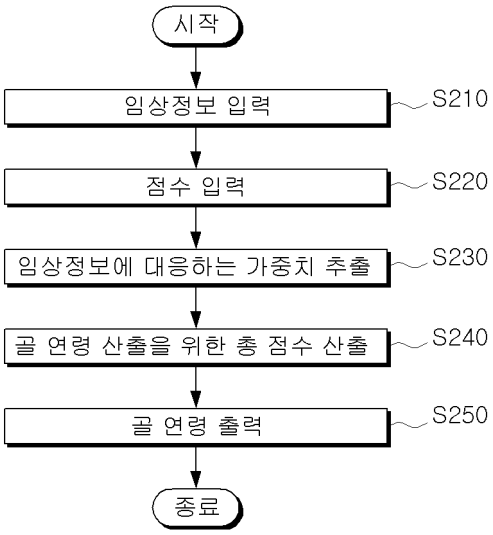
140 : 산출부 150 : 출력부

도면

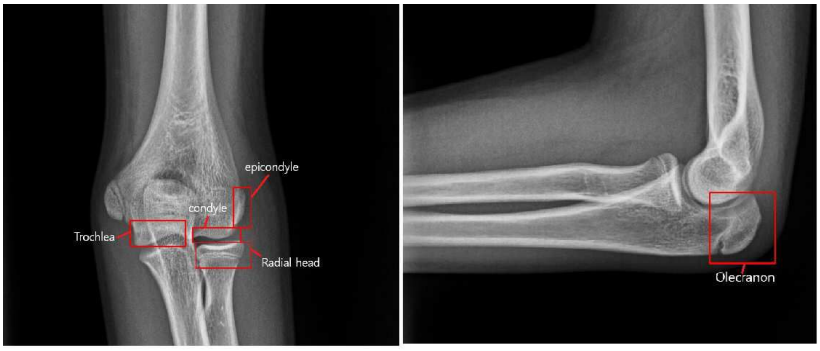
도면1



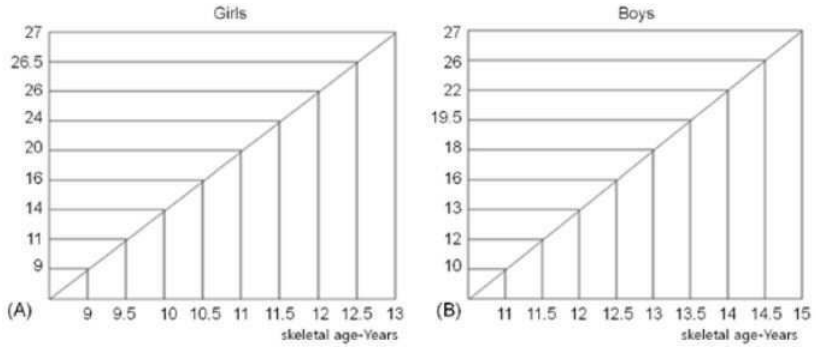
도면2


시작
임상정보 입력
S210
점수 입력
S220
임상정보에 대응하는 가중치 추출
S230
골 연령 산출을 위한 총 점수 산출
S240
골 연령 출력
S250
종료

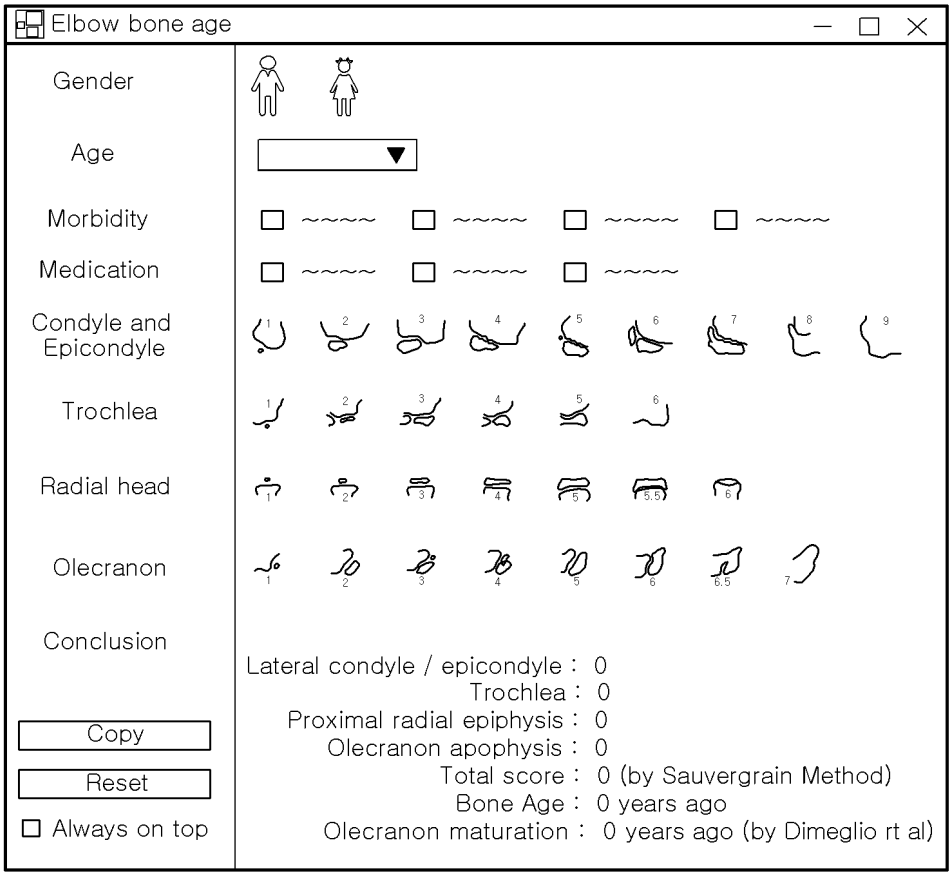
도면3


epicondyle
condyle
Trochlea
Radial head
Olecranon

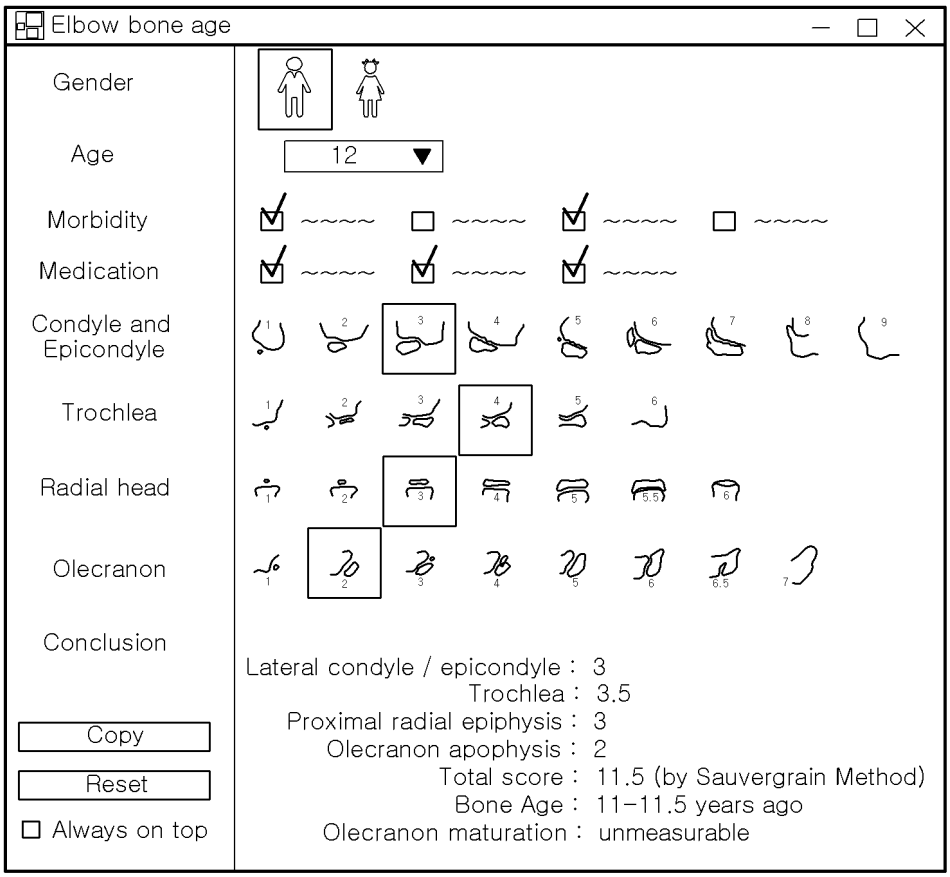
도면4


Girls
27
26.5
26
24
20
16
14
11
9
(A)
9 9.5 10 10.5 11 11.5 12 12.5 13
skeletal age-Years
Boys
27
26
22
19.5
18
16
13
12
10
(B)
11 11.5 12 12.5 13 13.5 14 14.5 15
skeletal age-Years

도면5


Elbow bone age
Gender
Age
Morbidity
Medication
Condyle and Epicondyle
Trochlea
Radial head
Olecranon
Conclusion
Copy
Reset
Always on top
Lateral condyle / epicondyle : 0
Trochlea : 0
Proximal radial epiphysis : 0
Olecranon apophysis : 0
Total score : 0 (by Sauvergrain Method)
Bone Age : 0 years ago
Olecranon maturation : 0 years ago (by Dimeglio rt al)

도면6


Elbow bone age
Gender
Age
12
Morbidity
Medication
Condyle and Epicondyle
Trochlea
Radial head
Olecranon
Conclusion
Copy
Reset
Always on top
Lateral condyle / epicondyle : 3
Trochlea : 3.5
Proximal radial epiphysis : 3
Olecranon apophysis : 2
Total score : 11.5 (by Sauvergrain Method)
Bone Age : 11-11.5 years ago
Olecranon maturation : unmeasurable