



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2016-0028576
(43) 공개일자 2016년03월14일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
A61B 6/00 (2006.01) A61B 5/117 (2016.01)
G06Q 50/24 (2012.01)
(21) 출원번호 10-2014-0117013
(22) 출원일자 2014년09월03일
심사청구일자 2014년09월03일

(71) 출원인
연세대학교 산학협력단
서울특별시 서대문구 연세로 50 (신촌동, 연세대학교)
(72) 발명자
이영한
서울특별시 서대문구 연세로50 연세의료원 세브란스병원 영상의학과
서진석
서울특별시 서초구 서초1동 1444-7 GS 자이 Apt. 102-1002
홍주희
서울특별시 용산구 서계동 소화아동병원 소아청소년과
(74) 대리인
양부현

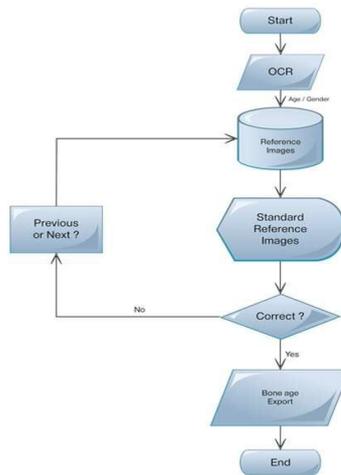
전체 청구항 수 : 총 10 항

(54) 발명의 명칭 디지털영상의학 환경에서 광학문자인식을 이용한 표준참조도감 기반의 골 연령 평가 및 입력 시스템

(57) 요약

본 발명은 촬영된 환자의 골 영상으로부터 골 연령을 평가하고 입력하는 시스템에 관한 것이다. 본 발명의 시스템에 의하면 골 연령 평가 및 입력을 위해 여러 권의 골 연령 도감을 참조하여야 하는 수고를 덜 수 있고, 의무 기록에 골 연령 입력 단계가 감소하여 골 연령 입력시 오타의 가능성을 최소화할 수 있다. 또한, 국내 골 연령이 반영된 도감 뿐만 아니라, Greulich-Pyle 도감에 의한 서구인 기준도 함께 참조할 수 있으므로, 국내 도감 및 서구인의 도감의 각 골 연령별에 기초한 정확한 골 연령 판단이 가능하다.

대표도 - 도1



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1345189215

부처명 교육과학기술부

연구관리전문기관 한국연구재단

연구사업명 일반연구자지원

연구과제명 암전이 표적영상의 유효성 평가를 위한 Quantitative susceptibility mapping (QSM) MR 영상 기법 개발 및 약동학적 분석 응용

기여율 1/2

주관기관 연세대학교

연구기간 2012.09.01 ~ 2014.08.31이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1345203012

부처명 미래창조과학부

연구관리전문기관 한국연구재단

연구사업명 중견연구자지원

연구과제명 스마트 테라노스틱스를 위한 자기공명영상 기반 융합형 종양대사 실시간 모니터링 기법 연구

기여율 1/2

주관기관 연세대학교

연구기간 2012.05.01 ~ 2014.04.30

명세서

청구범위

청구항 1

다음의 장치를 포함하는 촬영된 환자의 골 영상으로부터 골연령을 평가하고 입력하는 시스템:

- (a) 골 연령 참조 사진이 저장된 저장 장치;
- (b) 촬영된 환자의 골 영상으로부터 환자의 성별 및 나이를 인식하여 추출하는 추출 장치;
- (c) 상기 추출된 환자의 성별 및 나이와 가까운 골 연령 참조 사진을 상기 저장 장치로부터 선택하여 표출하는 표출 장치; 및
- (d) 상기 표출된 골 연령 참조 사진과 상기 촬영된 환자의 골 영상을 비교하여 결정되는 골 연령을 입력하는 입력 장치.

청구항 2

제 1 항에 있어서, 상기 저장 장치 (a)에 저장된 골 연령 참조 사진은 골 연령 도감으로부터 나이와 성별에 따라 분류하여 선별된 골 연령 사진인 것을 특징으로 하는 시스템.

청구항 3

제 1 항에 있어서, 상기 골은 손 또는 손목 부위의 골인 것을 특징으로 하는 시스템.

청구항 4

제 1 항에 있어서, 상기 추출 장치 (b)는 촬영된 환자의 골 영상에서 성별 및 나이가 나타난 부분의 문자를 인식하는 광학문자인식(OCR, Optical Character Recognition) 프로그램에 의해 구동되는 것을 특징으로 하는 시스템.

청구항 5

제 1 항에 있어서, 상기 표출 장치 (c)는 3개 이상의 골 연령 참조 사진을 표출하는 것을 특징으로 하는 시스템.

청구항 6

다음의 단계를 포함하는 촬영된 환자의 골 영상으로부터 골연령을 입력하는 방법:

- (a)' 골 연령 참조 사진을 저장 장치에 저장하는 단계;
- (b)' 촬영된 환자의 골 영상으로부터 추출 장치를 사용하여 환자의 성별 및 나이를 인식하여 추출하는 단계;
- (c)' 상기 추출된 환자의 성별 및 나이와 가까운 골 연령 참조 사진을 상기 저장 장치로부터 선택하여 표출 장치를 통해 표출하는 단계; 및
- (d)' 상기 표출된 골 연령 참조 사진과 상기 촬영된 환자의 골 영상을 비교하여 골 연령을 결정하고 입력 장치를 통해 골 연령을 입력하는 단계.

청구항 7

제 6 항에 있어서, 상기 단계 (a)'의 저장 장치에 저장된 골 연령 참조 사진은 골 연령 도감으로부터 나이와 성별에 따라 분류하여 선별된 골 연령 사진인 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 8

제 6 항에 있어서, 상기 골은 손 또는 손목 부위의 골인 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 9

제 6 항에 있어서, 상기 단계 (b)'의 추출 장치는 촬영된 환자의 골 영상에서 성별 및 나이가 나타난 부분의 문자를 인식하는 광학문자인식(OCR, Optical Character Recognition) 프로그램에 의해 구동되는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 10

제 6 항에 있어서, 상기 단계 (c)'의 표출 장치는 3개 이상의 골 연령 참조 사진을 표출하는 것을 특징으로 하는 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 디지털영상의학 환경에서 광학문자인식을 이용한 표준참조도감 기반의 골 연령 평가 및 입력 시스템에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 저신장증이나 성조숙증, 혹은 대사질환이 의심되는 환아에서 현재의 키와 성장 속도를 파악하는 것과 더불어 골 연령을 측정하는 것은 중요한 의학적 검사이고, 법의학에서도 골연령 평가는 매우 중요하다. 이중 방사선 영상을 이용한 골연령의 평가는 어려운 점들이 있어 오랜 기간 연구되어 왔다.

[0003] 골연령 평가는 왼쪽 손목에 대한 방사선 사진과 참고 영상을 비교하여 의사가 육안으로 평가를 한다. 골연령의 정확도에 대한 연구에서 Greulich-Pyle 도감[1-3]과 Tanner-Whitehouse 방법[4]이 가장 적합한 것으로 알려져 있다[5]. 첫 번째 방법으로서 표준영상과 비교하며 골 연령을 평가하는 방법으로 Greulich-Pyle 도감 [1-3]을 이용하는 방법이 널리 사용되어 왔는데, 이는 영상의학과 의사가 방사선 영상을 성별과 나이에 맞는 표준영상도감과 비교하면서 골 연령을 예측하는 방법이다.

[0004] 국내에서도 90년대 초 대규모 연구를 통해 출간되었으며, Greulich-Pyle 도감과 같은 방법으로 성별과 나이에 맞추어 영상을 비교하면서 골 연령을 평가한다[6, 7]. 두번째 방법은 Tanner-Whitehouse 방법으로 손목뼈와 손뼈의 20개 또는 13개 부위에 대한 성숙도 점수합에 따라 골 연령을 추정하는 방법이다[4, 8, 9]. 손목뼈와 손뼈에 대해 각각을 점수화할 수 있어, 가장 이상적이고 가장 객관적인 방법이지만 골연령 평가에 많은 시간이 소요되어 실제 임상에서 사용되기 어려운 단점이 있으며, 이런 이유로 자동 골연령 평가 시스템에서 많이 이용되고 있다[10, 11]. 컴퓨터과학의 발달로 골연령에 대한 컴퓨터 판독 알고리즘이 소개되었다[10-14]. 이는 자동 추출, 경계 인식, 및 패턴인식 기반으로 점수화하고 각 점수에 해당되는 골 연령을 나타내는 방법이다. 이 방법은 가장 이상적이지만, 각 점수에 맞는 골 연령은 국가와 인종에 따른 차별이 있기 때문에 서구인의 기준을 바로 적용할 수는 없다. 그리고 이러한 컴퓨터 판독은 좀더 많은 환자에 대한 검증이 필요하다.

[0005] 최근 병원의 의료 환경은 디지털영상의학으로 바뀌고 있어, 골 연령 평가를 위한 손목 전후 촬영도 디지털 영상

을 이용하고 있으며, 디지털 방사선 영상은 특유의 넓은 관용도로 후처리에 유용하며, 컴퓨터를 이용한 분석이 용이하다. 골연령 영상의학 관독도 디지털 환경에서 이루어지기에, 관독의 효율적 관점에서도 여러 권의 책을 비교하며 보는 것보다는 관독컴퓨터에서 비교하며 관독하는 것이 더 효율적이다.

[0006]

본 명세서 전체에 걸쳐 다수의 논문 및 특허문헌이 참조되고 그 인용이 표시되어 있다. 인용된 논문 및 특허문헌의 개시 내용은 그 전체로서 본 명세서에 참조로 삽입되어 본 발명이 속하는 기술 분야의 수준 및 본 발명의 내용이 보다 명확하게 설명된다.

선행기술문헌

특허문헌

[0007]

(특허문헌 0001) 대한민국 공개특허 제10-2013-0069380호

비특허문헌

[0008]

(비특허문헌 0001) 1. Greulich WW, Pyle SI, Todd TW (1950) Radiographic atlas of skeletal development of the hand and wrist. Stanford Univ. Press, Stanford,

(비특허문헌 0002) 2. Greulich WW, Pyle SI (1959) Radiographic atlas of skeletal development of the hand and wrist, 2d edn. Stanford Univ. Press, Stanford, Calif.,

(비특허문헌 0003) 3. Pyle SI, Greulich WW, Waterhouse AM, National Health Examination Survey (U.S.) (1971) A radiographic standard of reference for the growing hand and wrist; assembled by S. Idell Pyle, Alice M. Waterhouse and William Walter Greulich. Prepared for the United States National Health Examination Survey. Press of Case Western Reserve Univ.; distributed by Year Book Medical Publishers, Chicago,

(비특허문헌 0004) 4. Tanner JM (2001) 3rd edn. W.B. Saunders, London ; New York

(비특허문헌 0005) 5. Harris EF, Weinstein S, Weinstein L, Poole AE (1980) Ann Hum Biol 7:225-234.

(비특허문헌 0006) 6. Yeon KM (1996) J Korean Soc Radiol 34:269-276.

(비특허문헌 0007) 7. Yeon KM (1997) J Korean Med Sci 12:9-16.

(비특허문헌 0008) 8. Tanner JM (1975) Academic Press, London ; New York

(비특허문헌 0009) 9. Tanner JM (1983) 2nd edn. Academic Press, London ; Orlando

(비특허문헌 0010) 10. Liu J, Qi J, Liu Z, Ning Q, Luo X (2008) Comput Med Imaging Graph 32:678-684.

(비특허문헌 0011) 11. Cameron N (1984) Ann Hum Biol 11:261-264.

(비특허문헌 0012) 12. Pietka E, McNitt-Gray MF, Kuo ML, Huang HK (1991) IEEE Trans Med Imaging 10:616-620.

(비특허문헌 0013) 13. Al-Taani AT, Ricketts IW, Cairns AY (1996) Classification of hand bones for bone age assessment. Electronics, Circuits, and Systems, 1996. ICECS '96., Proceedings of the Third IEEE International Conference on, pp. 1088-1091 vol.1082

(비특허문헌 0014) 14. Somkantha K, Theera-Umporn N, Auephanwiriyaikul S (2011) J Digit Imaging 24:1044-1058.

(비특허문헌 0015) 15. AutoHotkey Web site. Available at <http://www.autohotkey.com>. Accessed October 23, 2013.

(비특허문헌 0016) 16. GOCR Web site. Available at <http://jocr.sourceforge.net/api> Accessed October

23, 2013.

(비특허문헌 0017) 17. 연경모, 김인원 (1999) 한국인 소아에서 정상 표준 골 연령. 성문각, 서울

(비특허문헌 0018) 18. Gilsanz V, Ratib O (2005) Hand bone age : a digital atlas of skeletal maturity. Springer, Berlin ; New York

(비특허문헌 0019) 19. Pietka E, Gertych A, Pospiech S, Cao F, Huang HK, Gilsanz V (2001) IEEE Trans Med Imaging 20:715-729.

(비특허문헌 0020) 20. Pietka E, Kaabi L, Kuo ML, Huang HK (1993) IEEE Trans Med Imaging 12:44-49.

(비특허문헌 0021) 21. Chai HY, Wee LK, Swee TT, Salleh Sh H, Chea LY (2011) Biomed Eng Online 10:87.

(비특허문헌 0022) 22. Fan BC, Hsieh CW, Jong TL, Tiu CM (2001) Zhonghua Yi Xue Za Zhi (Taipei) 64:203-208.

(비특허문헌 0023) 23. Niemeijer MvG, B.; Maas, C. A.; Beek, F. J. A.; Viergever, M. A. (2003) Proceedings of the SPIE 2003, pp. 119-1205.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0009] 본 발명자들은 환자의 골 연령을 기존의 골 연령 도감과 비교한 후 손쉽게 입력할 수 있는 컴퓨터를 이용한 자동화 시스템을 개발하기 위해 연구 노력하였다. 그 결과 골 연령 판단의 기준이 되는 골 연령 도감의 표준 골 영상을 저장 장치에 저장하고, 촬영된 골 영상의 사진에서 환자의 성별과 연령 정보를 추출하여, 해당 성별과 연령에 가장 가까운 나이대에서부터 저장 장치에 저장된 골 영상 사진과 비교하여 골 연령을 입력할 수 있는 시스템을 개발하여 본 발명을 완성하였다.
- [0010] 따라서, 본 발명의 목적은 촬영된 환자의 골 영상으로부터 골연령을 평가하고 입력하는 시스템을 제공하는 데 있다.
- [0011] 본 발명의 다른 목적은 촬영된 환자의 골 영상으로부터 골연령을 입력하는 방법을 제공하는 데 있다.
- [0012] 본 발명의 목적 및 장점은 하기의 발명의 상세한 설명, 청구의 범위 및 도면에 의해 보다 명확하게 된다.

과제의 해결 수단

- [0013] 본 발명의 일 양태에 따르면, 본 발명은 다음의 장치를 포함하는 촬영된 환자의 골 영상으로부터 골연령을 평가하고 입력하는 시스템을 제공한다: (a) 골 연령 참조 사진이 저장된 저장 장치; (b) 촬영된 환자의 골 영상으로부터 환자의 성별 및 나이를 인식하여 추출하는 추출 장치; (c) 상기 추출된 환자의 성별 및 나이와 가까운 골 연령 참조 사진을 상기 저장 장치로부터 선택하여 표출하는 표출 장치; 및 (d) 상기 표출된 골 연령 참조 사진과 상기 촬영된 환자의 골 영상을 비교하여 결정되는 골 연령을 입력하는 입력 장치.
- [0014] 이하에서 본 발명의 시스템을 각 장치별로 보다 상세히 설명한다.
- [0015] (a) 골 연령 참조 사진이 저장된 저장 장치
- [0016] 본 명세서에서 골 연령(bone age, BA)은 골에 대한 연령을 의미하는 것으로서, 현재나미래의 성장상태를 반영하는 것으로 정상인에서 BA는 역연령과 거의 같거나 6개월 이내 차이가 있을 정도이며 성장평가에 상당히 중요하다.

- [0017] 본 명세서에서 골 연령 참조 사진은 골 연령을 결정해야 하는 환자의 촬영된 골 사진으로부터 골 연령을 결정할 때에 기준이 되는 골 연령 사진을 의미한다.
- [0018] 바람직하게는 상기 골 연령 참조 사진은 골 연령 도감으로부터 나이와 성별에 따라 분류하여 선별된 골 연령 사진이다. 상기 골 연령 도감은 골 연령의 표준이 골 사진을 수록된 자료 또는 서적을 의미한다. 상기 골 연령 도감은 측정되는 환자의 특성에 따라 달라질 수 있으며, 예컨대 한국인 환자의 골 연령 측정시는 한국인의 골 연령이 반영된 도감을 사용하며, 서구인 환자의 골 연령 측정시에는 서구인의 골 연령이 반영된 도감을 사용한다. 서구인 환자의 골 연령 도감은 바람직하게는 Greulich-Pyle 도감(Greulich WW, Pyle SI. Radiographic atlas of skeletal development of the hand and wrist. Stanford University press, Stanford, Calif., 1996)을 사용할 수 있다.
- [0019] 본 발명에서 상기 골은 손 또는 손목 부위의 골, 무릎 부위의 골, 또는 골반 부위의 골을 포함하나 이에 한정되지 않으며, 가장 바람직하게는 손 또는 손목 부위의 골이다.
- [0020] (b) 촬영된 환자의 골 영상으로부터 환자의 성별 및 나이를 인식하여 추출하는 추출 장치
- [0021] 골 연령의 판단이 필요한 환자의 골 영상을 촬영하고, 촬영된 영상에서 환자의 성별 및 나이를 인식하여 추출하는 장치이다. 상기 환자의 성별 및 나이를 인식하여 추출하는 장치는 촬영된 환자의 골 영상에서 성별 및 나이가 나타난 부분의 문자를 인식하는 광학문자인식(OCR, Optical Character Recognition) 프로그램에 의해 구동된다. 상기 광학문자인식 프로그램은 오픈 소스이며 무료로 접근이 가능하다.
- [0022] (c) 상기 추출된 환자의 성별 및 나이와 가까운 골 연령 참조 사진을 상기 저장 장치로부터 선택하여 표출하는 표출 장치
- [0023] 본 발명의 표출 장치는 상기 추출 장치를 통해서 추출된 환자의 성별 및 나이와 가까운 골 연령의 참조 사진을 상기 저장 장치로부터 선택하여 표출한다. 상기 표출 장치를 통해 표출되는 골 연령 참조 사진은 바람직하게는 환자의 성별 및 나이와 비교하여 가장 가까운 최소 3개의 골 연령 참조 사진이 표출된다.
- [0024] (d) 상기 표출된 골 연령 참조 사진과 상기 촬영된 환자의 골 영상을 비교하여 결정되는 골 연령을 입력하는 입력 장치
- [0025] 본 발명의 입력 장치는 상기 표출 장치(c)를 통해서 표출된 골 연령 참조 사진과 상기 촬영된 환자의 골 영상을 비교하여 결정되는 골 연령을 입력하는 장치이다. 상기 입력 장치는 바람직하게는 컴퓨터의 키보드이며, 키보드의 붙여 넣기 기능을 통해 의무 기록 혹은 판독창에 입력되거나, 의무기록 입력 버튼을 통해 자동 입력될 수 있다.
- [0026] 본 발명의 다른 양태에 따르면, 본 발명은 다음의 단계를 포함하는 촬영된 환자의 골 영상으로부터 골연령을 입력하는 방법을 제공한다: (a)' 골 연령 참조 사진을 저장 장치에 저장하는 단계; (b)' 촬영된 환자의 골 영상으로부터 추출 장치를 사용하여 환자의 성별 및 나이를 인식하여 추출하는 단계; (c)' 상기 추출된 환자의 성별 및 나이와 가까운 골 연령 참조 사진을 상기 저장 장치로부터 선택하여 표출 장치를 통해 표출하는 단계; 및 (d)' 상기 표출된 골 연령 참조 사진과 상기 촬영된 환자의 골 영상을 비교하여 골 연령을 결정하고 입력 장치를 통해 골 연령을 입력하는 단계.
- [0027] 본 발명의 바람직한 구현예에 따르면, 본 발명에서 상기 단계 (a)' 의 저장 장치에 저장된 골 연령 참조 사진은 골 연령 도감으로부터 나이와 성별에 따라 분류하여 선별된 골 연령 사진이다.
- [0028] 본 발명의 다른 바람직한 구현예에 따르면, 본 발명에서 상기 골은 손 또는 손목 부위의 골이다.
- [0029] 본 발명의 또 다른 바람직한 구현예에 따르면, 본 발명에서 상기 단계 (b)' 의 추출 장치는 촬영된 환자의 골 영상에서 성별 및 나이가 나타난 부분의 문자를 인식하는 광학문자인식(OCR, Optical Character Recognition) 프로그램에 의해 구동된다.

[0030] 본 발명의 또 다른 바람직한 구현예에 따르면, 본 발명에서 상기 단계 (c)의 표출 장치는 3개 이상의 골 연령 참조 사진을 표출한다.

발명의 효과

[0031] 본 발명은 촬영된 환자의 골 영상으로부터 골 연령을 평가하고 입력하는 시스템에 관한 것이다. 본 발명의 시스템에 의하면 골 연령 평가 및 입력을 위해 여러 권의 골 연령 도감을 참조하여야 하는 수고를 덜 수 있고, 의무 기록에 골 연령 입력 단계가 감소하여 골 연령 입력시 오타의 가능성을 최소화할 수 있다. 또한, 국내 골 연령이 반영된 도감 뿐만 아니라, Greulich-Pyle 도감에 의한 서구인 기준도 함께 참조할 수 있으므로, 국내 도감 및 서구인의 도감의 각 골 연령별에 기초한 정확한 골 연령 판단이 가능하다.

도면의 간단한 설명

[0032] 도 1은 골 연령 입력모듈의 순서도를 보여준다. 골 연령 입력 시스템이 개시되면, 추출장치의 광학문자인식(OCR) 프로그램을 통해 환자의 나이와 성별이 추출된다. 이 값을 기준으로 골 연령 참조 사진이 저장된 저장 장치에서 가장 가까운 골 연령 참조 사진 3장이 표출 장치를 통해 표출된다. 표출된 골 연령 참조 사진 중에서 의사는 가장 적합한 사진을 선택하여 골 연령이 입력 장치를 통해 입력한다.

도 2는 골 연령을 입력하는 화면을 보여준다. 스캔(Scan) 버튼을 통해 촬영된 환자의 골 영상으로부터 환자의 성별 및 나이를 광학문자인식(OCR) 프로그램을 통해 인식하고, 인식된 환자의 성별 및 나이와 가장 가까운 골 연령 참조 사진을 표시한다. 우측 상단에 환자의 성명과 나이(연수 및 개월수) 및 해당 나이가 속하는 그룹이 표시되어 있다. 골 연령 도감으로부터 추출된 골 연령 참조 사진에서 참조 나이대는 좌측 상단부에 위치하여 있으며, 우측 상단부 및 참조 사진의 하단부에는 성별과 참조 나이대 등을 한번 더 표기하여 혼동을 줄인다. 도면에서 좌측 박스는 골 연령 입력 시스템의 이름이며, 우측 박스는 환자의 등록 번호를 표기하였다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0033] 이하, 실시예를 통하여 본 발명을 더욱 상세히 설명하고자 한다. 이들 실시예는 오로지 본 발명을 보다 구체적으로 설명하기 위한 것으로, 본 발명의 요지에 따라 본 발명의 범위가 이들 실시예에 의해 제한되지 않는다는 것은 당업계에서 통상의 지식을 가진 자에 있어서 자명할 것이다.

[0034] 실시예

1. 개발 환경

[0036] 의료영상저장전송시스템(picture archiving and communication system, PACS) 프로그램은 CentricityRadiology RA1000 (GE Healthcare, Barrington, IL)를 이용하였다. 전자의무기록(Electronic Medical Record, EMR) 소프트웨어는 연세대학교에서 개발된 소프트웨어를 사용하였다(Yonsei University Health System, Seoul, Korea). 골 연령 입력 시스템의 구동 프로그램은 매크로 프로그램 오토핫키(AutoHotkey)를 이용하여 개발하였고, 이 개발도구는 오픈소스 프로그램으로서 공식 웹페이지에서 다운로드 받을 수 있다(<http://www.autohotkey.com>)[15]. 광학문자인식(Optimal Character Recognition, OCR)을 위해 GOCR version 0.49을 이용하였고, 이 프로그램도 오픈소스이며, 공식 웹페이지에서 다운로드 받을 수 있다 (<http://jocr.sourceforge.net/api>)[16]. 골 연령 입력 시스템은 남아와 여아에 맞추어 각각 27쌍의 골 연령 도감을 내장하고 있으며, 이 골 연령 도감은 한국인 골 연령을 반영하기 위해, 국내에서 출간된 골연령 도감[7, 17]을 기준으로, 본원 PACS에서 영상을 얻어 제작하였다. 서구인과의 비교를 위해 Greulich-Pyle 도감의 사진도 각 나이에 맞추어, 화면에 표출되도록 개발하였다 [8, 18].

[0037] **2. 순서도**

[0038] 본 발명의 시스템을 이용하는 골 연령 판독 흐름은 도 1의 순서도에 나타내었다. (i) 먼저, 골 연령을 위한 손목 촬영 사진에서 환아 나이와 성별을 추출한다. 이를 위해 판독 컴퓨터모니터에서 성별과 연령이 나오는 위치에서 광학문자인식(OCR)을 행한다. 성별을 인식하여 남아/여아를 구분하고, 환자의 나이는 개월수 및 연수로 변환한다. (ii) 시스템은 해당 성별과 나이에서 가장 가까운 골 연령 참조 사진들을 보여준다. 한 번에 세 단계의 골 연령 참조 사진들을 보여주며, 가운데가 가장 가까운 골연령 참조 사진이다. 서구인과의 비교를 원할 때는 서구인 기준의 Greulich-Pyle 도감을 같이 보여지도록 하여, 총 여섯 장의 사진이 표출(display)될 수 있다(도 2 참조). (iii) 마우스 휠 업과 다운을 통해 골 연령 참조 사진 중에서 이전 골 연령 단계나 다음의 단계로 이동할 수 있고, 가장 가까운 곳에서 마우스 클릭하면 클립보드에 임시 저장된다. 혹은 의무기록입력 버튼을 누를 수 있다. (iv) 앞서 입력된 골 연령은 붙여넣기(paste)기능을 통해 의무기록 혹은 판독창에 입력되거나, 의무기록입력버튼을 통해 자동 입력된다.

[0039] **3. 인식 시간 및 정확도 평가**

[0040] 문자인식에서부터 골 연령 참조사진 표출까지의 골 연령 입력 시스템의 실행시간을 측정하기 위해, 100건에 대해 시간을 측정하였으며, 평균을 계산하였다. 광학문자인식(OCR)의 정확도를 평가하기 위해, 골 연령 사진 3,000건에 대해 시험을 행하였다. 부적절한 윈도우창에 의한 부정확도를 방지하기 위해, 판독의 눈으로 보기에 읽을 수 있는 윈도우창에서 광학문자인식이 작동되도록 하였다. 3,000건에 대한 정확도 및 신뢰구간을 계산하였다.

[0041] **4. 결과**

[0042] 본 발명의 골연령 입력 시스템은 윈도우기반의 영상판독환경에서 성공적으로 작동하였으며, 병원의무기록시스템 및 다른 일반적인 프로그램들과 간섭 없이 실행되었다. 병원의무기록으로의 골 연령 입력도 잘 작동하였다. 광학문자인식부터 가까운 골 연령 사진 표출, 즉 프로그램의 인식부터 결과 출력까지의 시간은 평균 803.4 밀리초(milliseconds), 표준편차 32.7 밀리초(milliseconds)이었다. 광학문자인식의 정확도는 100%로 계산되었다.

[0043] **5. 고찰**

[0044] 골 연령 방사선 판독은 크게 두 가지 관점에서 이루어진다. 첫 번째는 일반적인 방사선 사진과 같은 뼈와 연부 조직 이상 유무, 비정상 음영 유무, 정상변이, 종양의 유무 등과 같은 사항을 영상 의학적으로 판독하고 기술하는 것이고, 두번째는 방사선 사진에 대한 환아의 골 연령 판정이다. 이 중 골연령 측정은 앞서 논의한 바와 같이 도감과 같은 참조 사진을 이용하여 표준 골연령과 비교하는 방법과 각 부위에 점수를 합산하는 과정이 필요하여, 잘못 판단된다면 객관적인 평가가 이루어지지 않을 수 있으며, 시간 소모가 많은 업무가 될 수 있다. 영상의학 판독환경은 대부분 디지털영상의학으로 컴퓨터에서 주로 판독을 하고 있으며, 어두운 판독실 조명에서는 밝은 모니터와 책을 반복적으로 번갈아 보면서 골연령을 입력해야 하며, 이 과정에서 숫자를 잘못 입력하는 오타에 의한 잘못이 생길 수 있다. 또한 한국인에 대한 연령 기준이 상대적으로 오래되었기 때문에[6, 7, 17], 서구화되어 가는 환아를 고려하면 서양기준의 골연령도 때로는 고려해야 하기 때문에, 여러 권의 참고책을 동시에 보아야 한다.

[0046] 골연령에 대한 컴퓨터보조판독(Computer-assisted diagnosis, CAD)은 오래전부터 시도되어 왔다. 손가락뼈에 대해 문턱값이나 소벨(Sobel)필터를 이용하여 골단 및 골간단의 영역을 추출하는 초기단계의 영상처리부터[12, 19, 20], 적응적 클러스터링(adaptive clustering)을 이용하는 방법까지 소개되었다[21]. 손목뼈에 대해서도 길이, 무게중심, 점유율 등의 지표를 이용하는 평가에 대해 소개되었다[20, 22]. 그러나 손목뼈는 남아 7세, 여아 6세 이상에서 서로 겹쳐지기 때문에 또 하나의 후처리 과정이 필요해 분할 및 추출에 대해서도 더 많은 연구가 필요하다. 또한 컴퓨터보조판독에 Tanner-Whitehouse 방법을 적용하기 위해 증지의 첫번째와 두번째 마디에 포인트배분모델(Point Distribution Models, PDM)을 이용하는 방법이 소개되었고[13], 활성형상모델(Active Shape Model, ASM)을 이용하는 방법이 연구되었지만[23], 인식률과 정확도는 실제 임상판독환경에서 사용하기는 부족하였다. 이후 최근까지 서포트벡터회귀(Support Vector Regression, SVR)을 이용하는 방법 등이 소개되어, 경험이 많은 영상의학과 의사의 판독과 가장 잘 일치한다고 보고되었다[14]. 이와 같이 컴퓨터보조판독은 계속

연구되어 발전하고 있는 단계이다. 그렇지만 골 연령 측정을 위한 손 촬영의 대상이 환아임을 고려할 때, 약간의 흔들림이나 변형, 혹은 부모의 손이 같이 촬영되는 경우는 위와 같은 자동판독을 적용하는데 어려움이 있다. 따라서 본 발명자들은 위의 자동판독알고리즘이 최종적으로 발전되기 전까지는, 가장 간편하면서도 가장 정확한 방법은 표준도감을 비교하면서 판독하는 방법이라 판단하였고, 이러한 판독방식에 도움이 주기 위해 프로그램을 개발하게 되었다. 특히 대부분 PACS를 이용하여 판독을 하고 있음을 고려하면, PACS 뷰어가 구동되는 판독컴퓨터 안에서 골연령을 평가할 수 있고, 골연령이 자동적으로 의무기록에 입력된다면, 간편하고 빠르고 정확한 골연령 판독을 할 수 있으리라 생각된다.

[0047]

이러한 디지털판독환경에서 가장 효율적으로 골연령을 입력할 수 있고, 오타에 의한 판독실수를 줄이기 위해, 본 시스템을 개발하였다. 골연령 판독을 위한 컴퓨터 판독 연구는 컴퓨터보조판독의 범주에서 패턴인식에 집중되어 있다. 수골의 골화 정도 및 중수골 골단의 성숙도를 가장 잘 반영하는 테두리검출(edge detection)이나 최소오차지점, 소벨(Sobel) 필터와 같은 영상 후처리 기술에 관심이 모아져 있다. 골연령 판독 자체에 대해서는, 이러한 골성숙도 패턴이 실제 골연령 어디에 위치하느냐 하는 문제로, 인종에 따라 다르고 해당 집단의 경제사회적 요소에 영향을 받을 수 있어 더 많은 연구가 필요하다. 이러한 방식의 골연령 입력방식은 아직까지 보고된 바 없다. 본 발명자들은 이러한 관점보다는 지금까지 나와 있는 문헌과 참고 자료를 효율적으로 판독환경에서 활용하기 위해 본 골연령 판독 통합모듈을 개발하였다.

[0048]

본 발명의 모듈(시스템)은 환자의 성별 및 연령에서 가장 가까운 골 연령 참조 사진을 보여주는 것으로 시작된다. 환자의 성별과 역연령에 가장 가까운 사진으로부터 판정을 시작하며, 역연령의 사진과 다르다면 빠르거나 느려진 골 연령을 찾아 마우스 스크롤 휠을 함으로써 가장 근접한 참조 사진으로 다가갈 수 있다. 그리고 마침내 찾으면, 클릭 한번으로 의무기록에 입력할 수 있다. 이를 통해 여러 권의 책을 찾아다녀야 하는 수고를 줄일 수 있고, 실제 숫자입력을 해야 하는 키보드 타수를 감소시킬 수 있으며, 발생할 수 있는 오타의 가능성을 제거하였다. 또한 국내 골 연령이 반영된 도감 뿐만 아니라, Greulich-Pyle 도감에 의한 서구인 기준도 함께 표출함으로써, 판독의도 국내 도감 및 서구인의 도감의 각 연령별 골연령 사진에 좀더 친숙해 질 수 있도록 하였다. 이외 부가기능으로, 모듈에 PACS 뷰어와 연동되는 “다음 검사” 버튼을 추가하여, 모듈 안에서 골연령 입력 및 다음 영상검사로 이동까지 모두 할 수 있도록 개발하였다.

[0049]

앞으로 골 연령에 대한 좀더 많은 연구들이 진행되면, 더 정확한 도감들이 출간될 것이다. 실제 사진이 아니라도 골 연령에 대한 표준 모식도가 개발될 수도 있으며, 이러한 자료들은 개발되는 대로 본 모듈에 적용할 수 있으리라 생각된다. 이를 통해 본 모듈과 같은 단순하며 복잡한 연산이 필요 없는 알고리즘의 골연령 모듈은 더욱 완성도가 높아질 것으로 생각된다.

[0050]

본 연구의 제한점으로는, 하나의 단일 기관에서 사용하는 PACS 및 전자의무기록 환경에서 개발한 점이다. 그렇지만 이 모듈의 알고리즘 및 순서도를 이용하면 어느 기관이나 적용할 수 있으리라 생각된다. 두 번째로, 본 모듈은 다른 골 연령 프로그램들처럼 실제 제대로 인식이 되는지의 검증은 필요 없으나, 이 모듈이 참고로 하고 있는 골 연령 도감이 가지고 있는 제한점은 그대로 가지고 있다. 그러나 역연령과 골연령과의 연관에 대한 연구는, 사회경제적인 변화와 함께 지속되어야 하고 그 결과를 이 모듈에 적용하면 되리라 생각된다. 마지막으로, 본 소프트웨어는 마이크로소프트 윈도우즈(Microsoft, Redmond, WA) 환경을 기반으로 작동된다. 현재 국내의 PACS 환경이 대부분 윈도우 기반임을 고려할 때 적용하는데 문제가 없으리라 생각되며, 맥(Macintosh)이나 리눅스(Linux) 환경에서 PACS 판독을 한다하여도 같은 알고리즘을 적용할 수 있을 것이다.

[0051]

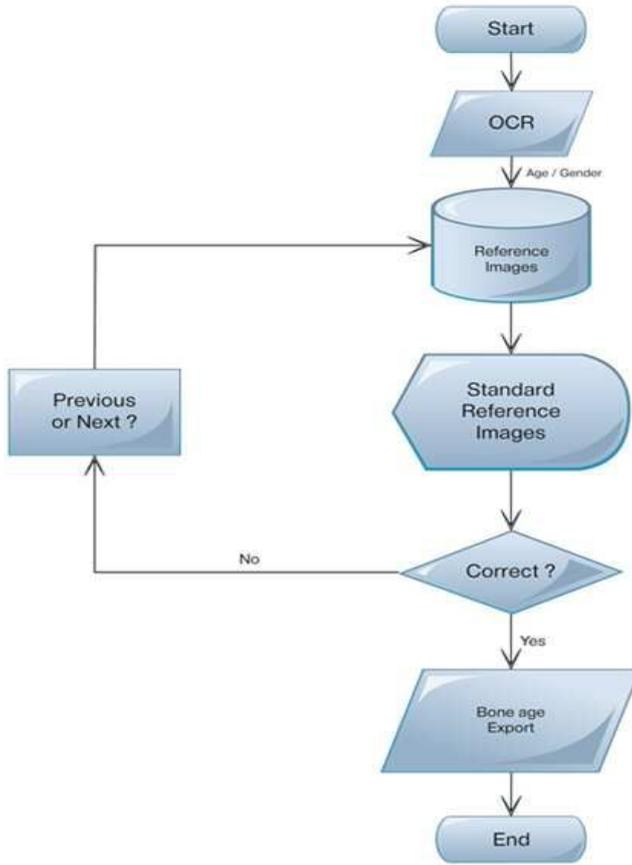
결론적으로, 본 발명자들이 개발한 골 연령 입력모듈은 기존의 골 연령 도감을 활용하며, 최소화된 단계로 의무기록에 골연령을 입력할 수 있는 방법이다. 차후 골연령 도감에 대한 연구가 지속되어, 본 모듈도 더 정확한 골연령을 입력하는데 도움을 주리라 생각된다.

[0052]

이상으로 본 발명의 특정한 부분을 상세히 기술하였는 바, 당업계의 통상의 지식을 가진 자에게 있어서 이러한 구체적인 기술은 단지 바람직한 구현 예일 뿐이며, 이에 본 발명의 범위가 제한되는 것이 아닌 점은 명백하다. 따라서, 본 발명의 실질적인 범위는 첨부된 청구항과 그의 등가물에 의하여 정의된다고 할 것이다.

도면

도면1



도면2

