

손가락 영상의 프로파일을 이용한 강인한 골단판 추출 방법

*박기홍, 이종민, 김희율
한양대학교 전자컴퓨터통신공학과
e-mail : khpark@vision.hanyang.ac.kr

The Robust Epiphyseal Extraction Method Using The Horizontal Profile of Finger Images

*Ki-Hong Park, Jong-Min Lee, Whoi-Yul Kim
Division of Electrical and Computer Engineering, Hanyang University

요약

뼈 나이를 측정하는 데 있어서 손 뼈의 영상 중 손가락에 약한 굴지증상이 있거나 proximal 골단판이 틀어져 있는 경우에는 골단판을 정확하게 추출해 내지 못하는 문제가 있다. 본 논문에서는 그러한 경우에서도 강인하게 골단판을 추출하는 알고리즘을 제안한다. 제안하는 알고리즘의 성능을 확인하기 위한 실험을 통해서, 위와 같은 문제점이 있는 영상에서도 강인하게 골단판을 추출함을 확인 할 수 있었다.

I. 서론

뼈 나이 평가는 그 유용성으로 인해 계속 수요가 증가하였고, 자동으로 뼈 나이를 평가할 수 있는 시스템에 대한 지속적인 요구가 있어 왔다. 자동 뼈 나이 평가 알고리즘으로는 Pietka가 제안한 방법[1][2][3]과 한양대에서 제안한 방법[4]이 있다. 이 뼈 나이 평가 알고리즘들에서는 손 뼈의 구성요소 중 손가락 관절에 위치하는 골단판 영역을 검출하는 과정이 선행된다. 그 이유는 골단판들이 성장에 따라 변화가 뚜렷하여 뼈 나이 평가의 중요한 척도로 사용되기 때문이다.

기존 알고리즘들의 골단판 검출 과정은 손가락의 길이 방향에 해당하는 중심축을 따라서 화소값의 변화량이 크게 나타나는 곳을 찾는 방식이다. Pietka의 방법에서는 손가락 영상의 살-배경 간 경계선을 찾은 후 3차원 다항식 보간법을 이용하여 중심축을 추정한다[1]. 그러나 손가락의 proximal 부분은 배경과의 경계선이 없기 때문에, proximal에 해당하는 중심축을 proximal 이전 부분까지 보간법을 통해 추정한 수치로 만들어 주게 된다. 그러므로 만약 proximal 골단판이 틀어져 있는 영상의 경우에는 정확한 골단판의 검출이 어렵다. 한양대의 방법에서는 손가락 영상의 수직 투영값

이 가장 높은 부분을 중심축으로 추정한다[4]. 이 경우 손가락에 약한 굴지증상이 있거나, Pietka의 방법과 마찬가지로 proximal 골단판이 틀어져 있는 영상의 경우에는 골단판을 추출하는 데 어려움이 있다.

본 논문에서는 위와 같은 문제점을 해결하기 위하여, 손가락의 tip부터 proximal에 이르는 중심축을 보다 신뢰성 있게 추정하는 골단판 추출 방법을 제안한다.

II. 프로파일을 이용한 골단판 추출

손가락 뼈의 중심 좌표는, 육안으로 확인할 수 있는 손가락 중심의 각각 좌우측 뼈-살 간 경계 좌표의 중간값, 또는 좌우측 살-배경 간 경계 좌표의 중간값으로 추정 될 수 있다. 그러므로 손가락의 중심축을 검출하기 위해서는 손가락 영역에 해당하는 뼈와 살 및 배경간의 경계 검출이 중요하다. 각 경계와 중심축 좌표는 손가락의 수평 축 픽셀 프로파일을 이용하여 계산된다.

우선 손의 X-ray 영상에서, 손 경계선의 각도 변화와 최소 제곱법을 이용하여 손가락 영상을 추출한다[5]. 그림1(a)는 추출한 손가락 영상이며 그림1(b)는 그림1(a)에 흰색 선으로 표시한 손가락 수평 축의 픽셀 프로파일이다. 그림1(c)는 프로파일의 픽셀값 변화량을 보여주고 있으며, 변화량은 흰색 점으로 표시된 뼈-살의 경계와 살-배경의 경계 부분에서 크게 나타난다. 변화량이 큰 부분을 뼈, 살, 배경간의 경계점으로 선택하고 각 좌우측의 경계점 중간값을 중심축 좌표로 추정한다

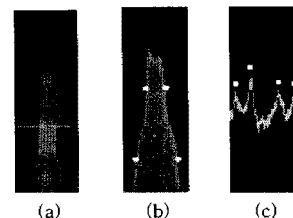


그림 1. 손가락 영상 및 수평축 픽셀 프로파일과 그 변화량

다. 이 때 뼈-살 간, 살-배경 간의 경계점은 각각 검출된 좌표의 픽셀값으로 구분하며, 중간값은 좌우측 뼈-살 간 경계 좌표끼리, 또는 살-배경간 경계 좌표끼리 계산해 준다. 그림2(a)는 약한 골지중 증상이 있는 손가락 영상, 그림2(b)는 proximal 골단판이 틀어져 있는 영상의 중심축을, 각각 위의 방법을 이용해 검출한 결과를 보여준다. 흰색 선은 검출된 뼈-살, 살-배경의 경계 부분이며, 검은색 선은 검출된 경계를 이용해서 계산한 중심축이다.

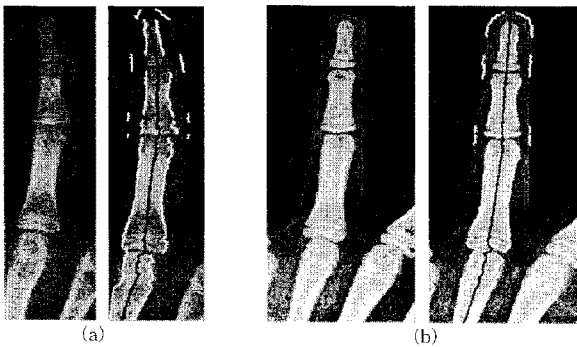


그림 2. 손가락 영상과 각각의 중심축을 검출한 모습

그림3은 중심축을 추정하는 과정을 다이어그램으로 나타낸 것이다.

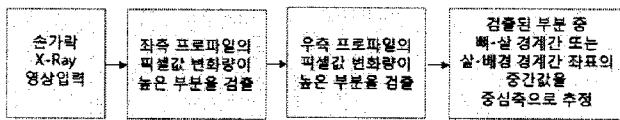


그림 3. 중심축 추정 과정

중심축을 찾은 후 골단판의 좌표는 각 손가락의 수평 축 투영 비분값이 최대인 지점으로 검출된다.[5] 그림4(a)는 기존 한양대에서 사용했던, 수직 투영값을 이용하여 중심축을 찾는 방법을 사용하였을 때 골단판 추출에 실패한 결과이며, 그림4(b)는 제안한 과정을 통하여 골단판의 검출에 성공한 결과이다. 그림4(c)는 추출된 9개의 골단판 영상을 보여준다.

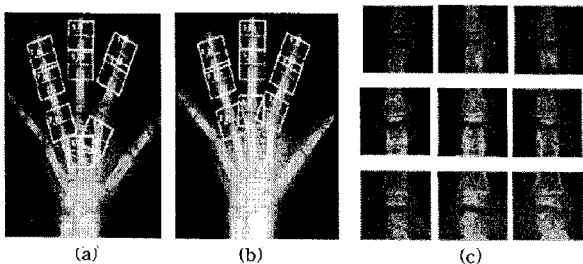


그림 4. 골단판 검출 결과

III. 실험

본 논문에서 제안한 방법의 성능을 확인하기 위해 5~16세 남녀 총 749개의 손 뼈 X-ray 영상을 이용하

여 실험하였다. 그림4(c)와 같이 손 뼈 영상 한 장에서 9개의 골단판 영상이 모두 추출되고, 골단판 영상의 중심에 각각의 골단판 전 부분이 정렬된 형태로 포함된 경우, 골단판 검출에 성공한 것으로 구분하였다. 표 1은 기존에 한양대에서 사용했던 수직 투영값을 이용하여 중심축을 검출하는 방법[5]과 함께, 실험 결과의 성공률을 기록한 것이다. 실험한 결과, 서론에서 언급한 문제점이 있는 영상에서도 본 논문의 방법에서는 강인하게 골단판을 검출할 수 있었다. 실패한 경우는 골단판의 각도가 기울어진 상태로 검출된 것인데, 이는 차후 알고리즘의 보완으로 해결할 수 있을 것으로 예상된다.

표 1. 골단판 추출 성공률

	전체	성공	실패	성공률
제안한 프로파일을 이용한 방법	749	729	20	97.3%
기존의 방법[5]	749	686	63	91.6%

IV. 결론

본 논문에서는 약한 골지중 및 proximal의 문제로 골단판을 추출하는 데 어려움이 있는 영상에서도 강인하게 골단판을 추출하기 위한 방법을 제안하였다. 제안한 방법은 손 뼈 영상의 프로파일을 분석하여 뼈-살의 경계, 살-배경의 경계를 검출해 중심축을 찾은 후 골단판을 추출하였다. 실험 결과, 샘플로 사용한 남녀 손 뼈 영상에서 97.3%의 높은 골단판 추출 성공률을 보였다.

참고문헌

- [1] E. Pietka, A. Gertych, S. Pospiech, Fei Cao, H.K. Huang and V. Gilsanz, "Computer-Assisted Bone Age Assessment: Image Preprocessing and Epiphyseal /Metaphyseal ROI Extraction," IEEE Transaction on Medical Image, vol. 20, no. 8, pp. 715-729, August 2001.
- [2] E. Pietka, Sylwia Pospiech-Kurkowskaa, Arkadi-usz Gertycha, Fei Caob, "ntegration of computer assisted bone age assessment with clinical PACS," Computerized Medical Imaging and Graphics 27, pp. 217 - 28, 2003
- [3] E. Pietka, Lotfi Kaabi, M. L. Kuo. "Feature Extraction in Carpal-Bone Analysis," IEEE Transactions on Medical Imaging vol. 12. No. 1, 1993.
- [4] 황재문, 장석환, 신재훈, 김희울, "컴퓨터 비전 기법을 이용한 자동 뼈 나이 측정 시스템" 신호처리합동학술대회 제 15 권 1 호, 2004 년
- [5] 변재욱, 이종민, 김희울 "골단판 위치의 통계적 특성을 이용한 골단판 자동추출" 제26회 한국정보처리학회 추계학술발표대회 제13권 2호, 2006년