

X-Ray 영상에서 퍼지 영상 처리 기법을 이용한 손뼈의 윤곽선 추출

하동민, 김광백

신라대학교 컴퓨터공학과

Contour Extraction of Hand Skeleton Bone from X-Ray Images using Fuzzy Image Processing

Dong-Min Ha, Kwang Beak Kim

Dept. of Computer Engineering, Silla University

e-mail: gvy678@naver.com, gbkim@silla.ac.kr

요 약

본 논문에서는 퍼지 영상처리 기법을 이용하여 손뼈의 X-Ray 영상에서 손뼈의 윤곽선을 추출하는 방법을 제안한다. 제안된 방법에서는 전 처리 단계로써 감마 상관관계를 이용하여 X-Ray 영상에서 손뼈를 제외한 피부층을 제거한다. 피부층이 제거된 영상에서 손뼈를 뚜렷하게 만들기 위해 샤프닝 기법을 사용한다. 샤프닝 기법이 적용된 영상에서 손뼈의 명암대비를 선명하게 하기 위해 사다리꼴 형태의 Fuzzy Stretching 기법을 적용한다. 사다리꼴 형태의 Fuzzy Stretching 기법을 적용한 영상에서 Canny Edge 기법을 적용하여 손뼈의 윤곽선을 추출한다. 제안된 추출 방법을 20개의 실험 영상을 대상으로 실험한 결과, 16개의 실험 영상에서는 손뼈의 윤곽선이 정확히 추출되었고 4개의 실험 영상에서는 손뼈의 윤곽선이 손실된 상태로 추출되었다.

키워드

X-Ray 영상, 손뼈, 피부층, Fuzzy Stretching

I. 서 론

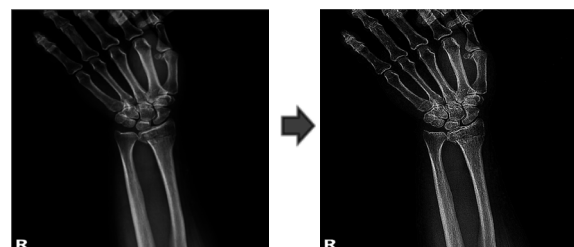
피로골절은 뼈가 손상 후 10 ~ 14일 내에는 골절선이 잘 나타나지 않으며 검사하는 방법은 X-Ray 촬영 검사로 하며 임상적으로 의심이 되고 X-Ray 촬영에서 골절선이 보이지 않는 경우에는 MRI, CT, 골주사를 시행한다. 검사를 통하여 골절이 발견된다면 반대쪽에도 검사를 한다 [1].

본 논문에서는 전문의가 보다 편리하고 정확하게 X-Ray 영상에서 피로골절 영역을 분석할 수 있도록 하기 위한 전 단계로써 퍼지 영상 처리 기법을 이용하여 X-Ray 영상에서의 손뼈를 추출하는 방법을 제안한다.

II. X-Ray 영상 전처리

본 논문에서는 X-Ray 영상을 획득하여 감마 상관관계를 이용하여 뼈와 비교하여 비교적 어두운 부분인 피부층을 제거한다. 감마 상관 관

계를 이용하여 피부층이 제거된 영상에서 샤프닝 기법을 적용하여 손실된 뼈를 복원한다. 그림 1(a)는 감마 상관 관계를 적용하여 피부층을 제거한 영상이며 그림 1(b)는 피부층이 제거된 영상에서 샤프닝 기법을 적용한 결과이다.



(a) 감마 상관 관계
기법 적용 결과

(b) 샤프닝 기법 적용
결과

그림 1. 전처리 적용 결과

III. 사다리꼴 형태의 Fuzzy Stretching 기법

샤프닝 기법을 적용한 X-Ray 영상에서는 손실된 뼈의 윤곽선이 복원되지만 명암도가 선명하지 않기 때문에 뼈의 윤곽선을 추출할 수 없는 경우가 발생한다. 따라서 뼈의 명암도를 선명하게 하기 위해 사다리꼴 형태의 Fuzzy Stretching 기법[2]을 적용한다.

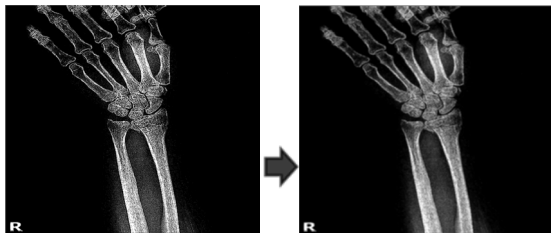
IV. Canny Edge를 이용한 윤곽선 추출

Fuzzy Stretching 기법이 적용된 X-Ray 영상에서 최종적으로 윤곽선을 추출하기 위해 캐니 에지 마스크[3]를 적용한다. 뼈의 윤곽선을 정확히 추출하기 위해 5×5 형태의 가우시안 블러링 기법을 적용하여 잡음을 제거한다.

표 1. 5×5 가우시안 블러링

06/259	08/259	09/259	08/259	06/259
08/259	13/259	16/259	13/259	08/259
09/259	16/259	19/259	16/259	09/259
08/259	13/259	16/259	13/259	08/259
06/259	08/259	09/259	08/259	06/259

표 1과 같은 5×5 마스크를 가진 가우시안 블러링을 적용한 결과는 그림 2(b)와 같다.



(a) 사다리꼴 형태의 Fuzzy Stretching 기법 적용 결과
(b) 5X5 가우시안 블러링 기법 적용 결과

그림 2. 가우시안 블러링 기법 적용

그림 2(b)와 같이 잡음이 제거된 X-Ray 영상에서 수직 및 수평 소벨 마스크를 적용한 후, 식(1)과 같이 에지 그래디언트의 크기와 방향을 측정한다.

$$\begin{aligned} \text{Gradient magnitude} &= |G_x| + |G_y| \\ \text{Angle of the Gradient} &= \arctan(G_y / G_x) \\ \text{if } G_x = 0 \text{ then Angle} &= 0 \end{aligned} \quad (1)$$

소벨 마스크가 적용된 영상에서 각 에지의 방향을 계산하여 그림 3과 같이 4개의 각도로 근

사화 한다.

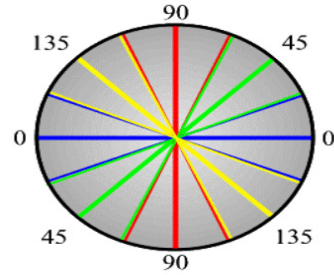


그림 3. 4개의 각도

그림 3과 같이 4개의 각도로 구분하는 과정은 0도에서 45까지의 호에서 4개의 각도로 구분된다. 따라서 그림 8의 원에 대해서 모두 지름에 해당하는 각도로 구분하면 4개의 각도로 구분된다. 따라서 소벨 마스크를 적용하여 에지를 추출하고 추출된 각 에지를 식(1)에 적용하여 에지의 각도를 계산한다. 계산된 에지의 각도가 그림 3의 4개의 각도로 구분된 것 중에서 속하는 범위를 구한다. 구한 각도 범위에서 현재 에지 픽셀의 명암도를 기준으로 해당되는 각도를 이용하여 직선을 구한다. 구한 직선에서 현재 에지 픽셀의 명암도를 기준으로 앞 좌표의 픽셀 명암도와 뒤 좌표 픽셀의 명암도를 비교하여 해당 에지의 픽셀 명암도가 가장 큰 경우에는 에지로 유지하고 그렇지 않은 경우에는 에지를 제거한다. 에지를 제거한 후 Fuzzy Stretching에서 구한 하한 α 와 상한 β 을 식(2)에 적용하여 각각의 Low Threshold와 High Threshold를 구한다.

$$\begin{aligned} \text{Low Threshold} &= \frac{(\alpha + \beta)}{3} \times 2 \\ \text{High Threshold} &= \beta \end{aligned} \quad (2)$$

식 (2)에서 구한 2개의 임계값을 이용하여 영상을 탐색하여 유지하고 있는 에지 중에 탐색된 에지가 High Threshold 보다 크면 강한 에지로 정의하고 Low Threshold보다 작은 에지는 약한 에지로 정의하여 약한 에지로 분류되는 에지를 모두 제거한다.

V. 실험 및 결과 분석

본 논문에서는 X-Ray 영상에서 손뼈의 윤곽선을 검출하기 위해 제안된 방법을 Intel(R) Core(TM) i5-6200U CPU @ 2.30GHz 2.40 GHz 8.00GB RAM이 장착된 PC상에서 Visual Studio 2017 C# 언어로 구현하였으며, 20개의 다양한 손뼈가 촬영된 1208*1512 크기를 가진 20개 영상을 대상으로 실험하였다.

X-Ray 영상에서 제안된 방법으로 뼈의 윤곽선이 정확히 추출한 경우의 영상 수와 실패한 영상 수에 대한 결과는 표 2와 같다.

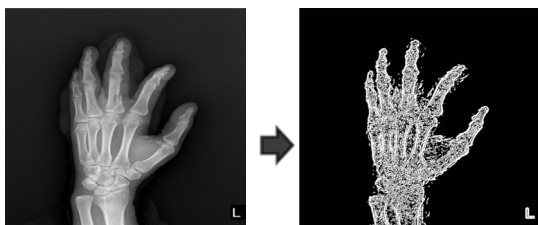
표 2. 손뼈의 윤곽선 추출 결과

추출 성공	추출 실패
16/20	4/20

표 2에 대해 결과를 분석하면 피부층의 명암도가 뼈의 명암도와 차이가 있는 16개의 X-Ray 영상에는 그림 4(a)와 같이 정확히 손뼈의 윤곽선이 추출되었으나 4개의 손뼈의 X-Ray 영상에서는 피부층의 명암도가 뼈의 명암도와 차이가 미세하여 그림 4(b)와 같이 손뼈의 윤곽선과 잡음이 함께 추출되었다.



(a) 실험 성공 영상



(b) 실험 실패 영상

그림 4. 성공한 영상과 실패한 영상

VI. 결론

본 논문에서는 손뼈를 촬영한 X-Ray 영상에서 퍼지 영상 처리 기법을 적용하여 손뼈의 윤곽선을 추출하는 방법을 제안하였다.

제안된 방법을 20개의 손뼈가 촬영된 X-Ray 영상을 대상으로 실험하여 분석한 결과, 16개의 X-Ray 영상에서 손뼈의 윤곽선의 정확히 추출되어 손뼈의 피로 골절을 분석하는데 적용할 수 있을 것으로 분석되었다. 그러나 4개의 X-Ray 영상에서는 피부층의 명암도와 뼈의 명암도간 차이가 미세하여 손뼈의 윤곽선을 추출하는데 잡음도 함

게 추출되는 문제점이 발생하였다.

따라서 향후 연구 과제는 X-Ray 영상에서 뼈와 피부층의 명암도가 비슷하여 손뼈의 윤곽선을 명확하게 추출할 수 문제점을 개선하기 위해 유전자 알고리즘을 적용한 퍼지 클러스터링 기법을 적용하여 피부층과 손뼈의 명암도 차이를 구분할 수 있는 방법에 대해 연구할 것이다.

참고문헌

- [1] <http://www.amc.seoul.kr/asan/healthinfo/disease/diseaseDetail.do?contentId=31711>
- [2] 우현수, 김광백, “사다리꼴 형태의 소속 함수와 동적 α_cut 을 이용한 개선된 퍼지 이진화,” 한국정보통신학회논문지, 제20권, 제10호, pp.1852-1859, 2016.
- [3] <http://webnautes.tistory.com/687>