

# 회색조 영상의 이진화 및 세선화

유숙현<sup>U</sup>                      신병석\*                      권희용  
안양대학교 컴퓨터공학과  
\* 인하대학교 전기전자컴퓨터학부  
shyu@csl.anyang.ac.kr

## Binarization and Thinning Algorithm for Gray Image

Suk-Hyun Yu<sup>U</sup>    Byeong-Seok Shin\*    Hee-Yong Kwon  
Dept. of Computer Engineering, Anyang University  
\* School of Electrical Computer Engineering, Inha Univ.

### 요 약

세선화 알고리즘은 문자 인식에서 인식율을 높이기 위한 전처리과정으로 대상 물체에 대하여 1픽셀 두께가 될 때까지 적용시키는 알고리즘으로 그 중요성과 필요성으로 인하여 수많은 논문들이 발표되었다. 본 논문에서는 인터넷 정보검색을 목적으로 하는 회색조(Gray) 영상에 대한 이진화 및 세선화 알고리즘을 제안한다. 제안된 알고리즘은 해당 픽셀과 8-이웃 화소 간의 픽셀값 차이를 이용하여 일정값을 증감시키는 방법으로, 이미지의 중심으로 픽셀이 응집하게 하는 과정을 통해 이진화 및 세선화를 시켰으며, 병렬 구현이 용이하다. 제안된 알고리즘의 성능평가는 회색조 영상에 대해 기존 알고리즘들을 적용한 결과와 비교, 분석하여 소개하였다.

### 1. 서론

대상 물체에 대해 한 화소 두께의 선 표현인 골격선(skeleton)을 추출하는 세선화 알고리즘은 입력 영상으로부터 구조적인 특징 추출을 위한 대표적인 전처리 기술로써 문자 인식을 비롯한 매우 다양한 영상 처리 분야에서 사용되어 왔으며, 앞으로도 응용 범위가 더욱 확대될 것으로 보인다.[1] 본 논문은 최근 인터넷의 사용이 확산되면서, HTML 문서 속의 영상이 가지고 있는 문자 정보가 정보검색에 없어서는 안 될 중요한 위치를 차지하게 된 점에 착안하여, 회색조 영상에 대해 세선화 특성을 갖는 이진화 알고리즘을 제안한다.

기존의 세선화 연구는 회색조(Gray level) 영상에 대해 특정 문턱치값(threshold value)을 이용한 이진화 또는 이진화된 영상 자체에 대해 증점적으로 이루어져 왔다. 따라서 회색조 영상에 대해 세선화를 적용시키려면 먼저 픽셀정보의 손실을 최소화하는 이진화를 수행하여야 한다. 그러나 인터넷 문서에 삽입된 영상 속의 문자 영상은 특정 문턱치값으로 이진화를 시키면 많은 픽셀 정보를 손실하게 되어 세선화를 수행하여도 올바른 골격이 형성되지 않는다. 또한 최적의 문턱치값으로 효율적인 이진화를 수행하였다 하더라도 최적의 문턱치값을 어떻게 찾아가 하는 문제가 남는다.

인터넷상에서 정보검색은 사용자가 검색어를 입력하면 검색기는 검색어와 일치 또는 검색어가 포함되어 있는 문서의 목록을 사용자에게 제공하게 된다. 그러나 인터넷 문서 상에서의 정보의 형태가 과거에 TEXT 위주였던 데 반해 요즘은 영상 형태의 정보들이 많아졌다. 따라서 인터넷 문서에 삽입된 영상에서 문자를 추출, 인식하기 위한 보다 효율적인 전처리 과정으로서의 세선화 알고리즘이 필요하다. 그러나 인터넷상의 영상 정보는 칼라 또는 회색조 영상이 대부분이며, 이 경우 기존의 이진 영상에 대한 세선화 알고리즘만으로는 세선화가 어렵게 되었다. 본 논문에서는 회색조 영상에 대한 이진화 및 세선화 알고리즘을 제안하여, 보다 효율적인 인터넷 정보 검색에 응용하고자 한다.

성능 평가를 위해 회색조 영상에 기존의 알고리즘과 제안된 알고리즘을 적용시킨 처리 결과를 비교하여 보았다.

2장과 3장에서 세선화 알고리즘과 관련된 연구들과 제안한 알고리즘을 소개하고, 4장에서는 기존의 알고리즘과 제안된 알고리즘에 대한 성능 비교를 보이고, 마지막으로 결론을 제시한다.

## 2. 기존의 알고리즘

기존의 세션화 알고리즘 중 그 성능이 입증된 알고리즘으로는 "T.Y.Zhang and C.Y.Suen"이 제안한 알고리즘(ZS 알고리즘)[3][7]과 이 알고리즘을 수정 및 보완한 알고리즘들인 LW알고리즘, WHF 알고리즘, MPS 알고리즘 등이 있다.[2][4][5][6]

본 장에서는 이 알고리즘들 중 가장 대표적인 ZS 알고리즘을 소개한다.

### ◎ZS 병렬 세션화 알고리즘

ZS 병렬 세션화 알고리즘은 2개의 서브 반복 단계로 수행된다.

1단계 : 다음의 조건이 만족되는 화소를 제거한다.

- 조건 : 1)  $2 \leq N(P1) \leq 6$
- 2)  $S(P1) = 1$
- 3)  $P2 * P4 * P6 = 0$
- 4)  $P4 * P6 * P8 = 0$

여기서  $N(P1)$ 은 그림 1에서와 같이 P1 화소의 이웃하는 8방향의 화소들 중 1(영역)의 값을 갖는 화소의 개수이다.

$S(P1)$ 는 8 방향 화소들의 set P2,P3,P4 ... P9에서의 0-1로의 천이 개수이다.

P9	P2	P3
P8	P1	P4
P7	P6	P5

그림 1 ZS 알고리즘에서 3 \* 3 Window의 화소 위치.

2단계 : 1단계의 조건중 3) 4)만 다음과 같이 바뀐다.

- 3' )  $P2 * P4 * P8 = 0$
- 4' )  $P2 * P6 * P8 = 0$

## 3. 제안된 알고리즘

대부분의 알고리즘은 그 적용 범위를 이진 영상으로 한정하고 있다. 이와 같은 알고리즘은 회색조 영상을 세션화하는데 적절하지 않다. 따라서 본 장에서는 회색조 영상을 대상으로 하는 이진화 및 세션화 알고리즘을 소개한다.

그림 1과 같이 8-이웃 화소에 대하여 그 픽셀값을 구해내고, 각 화소와 8-이웃 화소와의 차를 구해서 8-이웃 화소보다 해당 화소가 밝으면 그 차의 일부를 더해주고, 해당 화소가 어두우면 그 차의 일부를 빼주게 된다. 이러한 결과 어두운 화소는 더 어둡게 되어 글자 영역이 되고, 밝은 화소는 더 밝게 되어 배경이 된다.

이 과정을 해당 화소의 값과 8-이웃 화소 간에 차이가 없을 때까지 반복하면 마지막 단계에서는 회색조 영상에서 이진 영상으로 바뀌게 된다. 이러한 전과정은 이웃 화소의 변화가 다른 화소에 영향을 미치지 않도록 모두 병렬 수행된다.

- 1단계 :  $-(P1 - P2)$ 의 값의 일부를 P1에 증감시킨다.
- 2단계 :  $-(P1 - P3)$ 의 값의 일부를 P1에 증감시킨다.
- 3단계 :  $-(P1 - P4)$ 의 값의 일부를 P1에 증감시킨다.
- 4단계 :  $-(P1 - P5)$ 의 값의 일부를 P1에 증감시킨다.
- 5단계 :  $-(P1 - P6)$ 의 값의 일부를 P1에 증감시킨다.
- 6단계 :  $-(P1 - P7)$ 의 값의 일부를 P1에 증감시킨다.
- 7단계 :  $-(P1 - P8)$ 의 값의 일부를 P1에 증감시킨다.
- 8단계 :  $-(P1 - P9)$ 의 값의 일부를 P1에 증감시킨다.

(1에서 8까지의 과정에서 P1의 값이 비교 화소 보다 값이 작으면 차이를 빼주고, 크면 더 해 준다.)

9단계 : 1에서 8까지의 과정 중 값이 변화하는 화소가 있으면 1단계로 가고, 없으면 종료한다.

위 과정 중 각 화소는 음의 값을 갖게 되면 0으로, 255를 초과하는 값을 갖게 되면 255로 처리한다.

## 4. 실험결과

제안된 알고리즘의 실험을 위하여 데이터는 인터넷 쇼핑몰에서 전형적으로 나타나는 회색조 영상을 사용하였다.

첫 번째 실험에서는 그림 2의 (a)영상과 같은 회색조 영상에 기존의 ZS 알고리즘에 적용시켜 보고, 같은 영상에 제안한 알고리즘을 적용시킨 결과를 비교하여 제안된 알고리즘의 효과를 보인다.

그림 2는 문턱치를 10씩 증가해가면서 세션화를 수행한 영상 중 4가지 경우이다. 다양한 문턱치에 따라서 세션화한 결과의 차이가 크고, 가장 적합한 문턱치를 자동적으로 찾는 데 어려움이 있음을 알 수 있다.

그림 2의 (a)의 원영상을 보면 확인할 수 있듯이 인터넷 쇼핑몰에서 나타나는 전형적인 이미지들은 색 분포에 어떠한 규칙성도 없고 글자 영역에도 많은 단계의 색이 분포되어 있어 배경과 글자를 구분해 내기가 어렵다.

그림3은 본 논문에서 제안한 알고리즘을 그림 2의 (a)에 적용시켜 이진화 및 세션화한 결과이다. 그림 2의 (b)(c)(d)와 비교하여 보면 알 수 있듯이 특정 문턱치로 세션화한 영상보다 픽셀의 정보 손실이 적어서 배경과 문자영역의 분리가 잘 이루어지고, 획의 사라짐이나 끊김이 많이 보완되었음을 확인할 수 있다.

실험결과 본 논문에서 제안한 알고리즘이 회색조 영상을 세션화 하기 위한 단계로서의 이진화를 효과적으로 수행하였음을 알 수 있다.

# 생활클릭·쇼핑클릭

(a) 원영상

# 생활클릭·쇼핑클릭

(b) 문턱치 120

# 생활클릭·쇼핑클릭

(c) 문턱치 150

# 생활클릭·쇼핑클릭

(d) 문턱치 180

그림 2. 문턱치값의 변화에 따라 ZS 알고리즘을 적용시킨 예.

# 생활클릭·쇼핑클릭

그림 3. 그림 2의 (a)에 대해 제안된 알고리즘을 적용시킨 예.

# Fashion magazine

(a) 원영상

# Fashion magazine

(b) ZS 알고리즘의 적용 (문턱치 : 평균)

# Fashion magazine

(c) 제안된 알고리즘의 적용

그림 4. 회색조 영상에 ZS 알고리즘과 제안된 알고리즘을 적용시킨 예.

## 5. 결론

회색조 영상에 대한 세션화는 각 화소의 정보를 유지하면서 이진화를 얼마나 효과적으로 수행하느냐에 따라 좋은 결과를 얻을 수 있다.

제안된 알고리즘은 회색조 영상, 특히 문자 영상에서 획 성분의 각 화소에 대해 이웃 화소간의 응집 현상을 발생시켜 이진화 및 세션화를 수행하였다. 따라서 기존의 알고리즘이 영상을 특정 문턱치로 이진화하여 세션화시킬 때 화소의 정보를 손실했던데 반해 제안된 알고리즘에서는 화소의 정보를 유지시킬 수 있어 배경과 문자 영역을 보다 잘 분리해 낼 수 있다.

본 알고리즘의 장점으로는 회색조 영상에 대해 비교적 적은 픽셀 정보 손실로 이진화 및 세션화가 수행하므로써 보다 정확한 골격을 얻을 수 있다는 점과 이진화의 수행만으로도 부분적으로 세션화의 효과를 볼 수 있다는 점이다.

단점으로는 두꺼운 두께를 가진 영상인 경우 효과적인 이진화를 하기 힘들다는 점과 부분적으로 획의 끊김이 존재한다는 것이다. 이런 문제에 대해서는 좀 더 연구가 필요할 것으로 보인다.

## 6. 참고 문헌

- [1] 이성환, "영상 골격화 알고리즘의 성능 평가", 한국정보과학회 논문지, 제18권, pp. 661-671, 1991.11.
- [2] 원주영, 방수남, 최형일, "1-서브사이클 병렬 세션화 알고리즘에 관한 연구", 한국정보과학회 논문지, v.15, pp.405-411, 1998.10.
- [3] T.Y.Zhang and C.Y.Suen, "A fast parallel algorithm for thinning digital patterns", *CACM*, Vol.27, No.6, pp236-239, March 1984.
- [4] A.D.Mandaiia, A.S.Pandya, R.Sudhake, "Modified fast parallel thinning algorithm for noisy handprinted characters", *92 Proceedings of the 2nd Singapore International conference on Image Processing, Singapore*, pp. 7-11, Sep 1992.
- [5] Lu.H.E and Wang.P.S.P., "An improved fast parallel thinning algorithm for digital patterns", *In Proc. of the IEEE conf. on Computer Vision and Pattern Recognition*, pp.364-367, 1985.
- [6] Wang.P.S.P., Hui.L. Fleming Jr..T.. "Further improved fast parallel thinning algorithm for digital patterns", *In Computer Vision Image Processing and communication systems and appli. edt. by P.S.P Wang*, pp. 37-40.1986.
- [7] GONZALEZ & WOODS. "Digital Image Processing", 도서출판 그린, 1998.