

S&M 영역화에서 전처리 필터링의 효과

박지환 김남철

경북대학교 전자공학과

Effects of Preprocessing in S&M Region Growing

Ji Hwan Park, Nam Chul Kim

Dept. of Electronics, Kyungpook National Univ.

< Abstract >

Preprocessing is indispensable to eliminate local granularities prior to region growing. In this paper, we examined the effects of preprocessing in S&M region growing technique. Experimental results show that a modified Nagao filter removes the local granularities well and compensates for the defects of Nagao filter.

수행시간을 감소시키기 위해서는 국부입상을 미리 제거하는 전처리가 필수적이다. 이 전처리 과정에서 사용하는 필터는 국부입상을 제거해야 하지만 예지도 잘 보존해야 한다.<sup>[4]</sup> 왜냐하면 이 과정에서 예지를 동등화시킨다면 영상영역화에 심각한 오류를 발생시키기 때문이다.

본 논문에서는 몇가지 기존의 전처리 필터들과 기존의 Nagao 필터를 수정한 변형 Nagao 필터가 S&M 영역화에 미치는 효과를 조사하였다.

I. 서론

영상영역화 (region growing)는 대상 영상을 공통의 성질을 가지는 화소들로 구성된 영역들로 분할하는 것으로 배경과 물체의 분리, 물체의 인식 또는 영상데이터 압축등에 응용될 수 있다. 이러한 영상영역화의 기법으로는 merge only, split only, S&M (Split-and-merge)영역화, RAG (region adjacency graph) 등이 있다.<sup>[2,3]</sup> 그런데, 실제 영상에는 국부입상 (local granularity)이 많이 존재하므로 영상영역화 과정에서 많은 국소영역들이 생기게 된다. 이 국소영역들은 물체 인식에 어려움을 줄 뿐만 아니라 영상데이터 압축시에 상당한 데이터량의 증가를 가져오게 된다. 이러한 이유로 대부분의 영상영역화 알고리즘에 국소영역의 제거 과정이 들어가게 되는데, 이 과정의 수행시간은 영상영역화 전체 수행에서 많은 부분을 차지한다. 따라서 국소영역 제거 과정의

II. S&M 영역화

S&M 영역화란 영상을 일정한 크기의 정방형 영역으로 가른 다음, merge와 split를 행하여 영상을 분할한 후 grouping과 국소영역의 제거 단계를 거치는 방법이다. 본 논문에서는 Horowitz와 Pavlidis가 제안한 트리순행 알고리즘 (tree traversal algorithm)에 의한 S&M 영역화 방법을 사용하였다.<sup>[2]</sup> 이 알고리즘은 S&M 영역화의 수행 시간을 단축시키고 메모리 사용의 효율성을 높이기 위하여 트리 구조로 S&M 영역화를 실현한 것이다. 이 경우 merge와 split의 기준이 되는 이질치는 다음과 같이 표현된다.

$$d(S) = \max_S f(i,j) - \min_S f(i,j) \quad (1)$$

여기서  $f(i,j)$ 는 화소의 밝기이며,  $S$ 는 각 영역을 의미한다. 또한 국소영역 제거 단계에서의 이질치는

영역간의 밝기 평균의 차이다. S&M 영역화는 비교적 간단한 이질치 기준을 사용하였으므로 실제영상에 대해 적용할 경우 불필요한 극소영역이 많이 생기며, false contour가 나타나게 된다.

III. 전처리 필터

서론에서 말한 바와같이 영상영역화의 전처리 과정에서 사용하는 필터는 극부입상을 제거하면서도 에지는 보존해야 한다. 현재 개발되어 있는 에지보존 필터는 여러가지가 있는데, 대표적인 것으로 매디안 필터<sup>[5]</sup>, 역경사도 무게 필터<sup>[6]</sup> (gradient inverse weighted filter), 그리고 Nagao 필터 등이 있다. 본 논문에서는 이들 필터와 선별적으로 Nagao 필터링을 하는 변형 Nagao 필터에 대해서 S&M 영역화에 대한 효과를 조사하였다.

1. 매디안 필터

매디안 필터는 (2n+1)x(2m+1) 장내에 있는 화소들의 중간값 (median)을 찾아내어 출력시키는 방식으로 다음과 같이 표현된다.

$$f(i,j) = \text{med} \{ y(i,j) \mid (k,l) \in W(i,j) \} \quad (2)$$

여기서 y(i,j)는 입력신호이고 W(i,j)는 (i,j)를 중심으로 하는 (2n+1)x(2m+1)의 장영역을 나타낸다. 이와같은 매디안 필터는 임펄스 형태의 잡음에 대하여 극부입상을 제거하는데는 효과적이다. 또 그림 1의 (b)에서 알 수 있듯이 에지 보존 특성도 가진다.

2. 역경사도 무게 필터

역경사도 무게 필터는 중심 화소와 주위 화소간의 차가 작은 곳에는 가중치를 크게 주고 큰 곳에는 작게 두어 중심 화소와 유사한 화소에 신뢰도를 많이 준 평균 필터의 변형된 형태로 다음과 같다.

$$\delta(i,j;k,l) = \begin{cases} 1 & |y(i+k,j+l) - y(i,j)| \\ & , y(i,j;k,l) - y(i,j) \neq 0 \\ 2 & , y(i,j;k,l) - y(i,j) = 0 \end{cases}$$

$$W(i,j) = \begin{bmatrix} w(i-1,j-1) & w(i-1,j) & w(i-1,j+1) \\ w(i,j-1) & w(i,j) & w(i,j+1) \\ w(i+1,j-1) & w(i+1,j) & w(i+1,j+1) \end{bmatrix}$$

여기서 y(i,j)는 입력신호, w(i,j)=1/2, w(i+k,j+l)=1/2[ $\sum \delta(i,j;k,l)$ ]<sup>-1</sup> δ(i,j;k,l)이며, k,l=-1,0,1 k와 l은 동시에 0이 아니다. 필터의 출력은 다음과 같다.

$$f(i,j) = \sum_{k=-1}^1 \sum_{l=-1}^1 w(i+k,j+l)y(i+k,j+l) \quad (3)$$

역경사도 무게 필터는 경사가 큰 부분에도 가중치가 있으므로 에지 보존 특성은 매디안 필터보다 조금 떨어진다.

3. Nagao 필터

Nagao 필터는 5x5 장내에서 아래 그림 1에 나타나있는 5각형 마스크 4개, 6각형 마스크 4개 그리고 3x3 마스크 1개 즉 모두 9개의 마스크에 대해 본산을 구한 후, 본산이 가장 작은 마스크에 해당하는 화소들의 평균을 중심 화소의 값으로 대체하는 방식이다. 이 필터는 가장 유사성이 큰 쪽으로만 smoothing을 함으로써 에지의 뭉뚱화를 막는다.

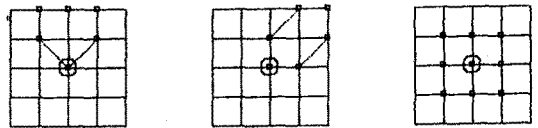


그림 1. 마스크 형태. a) 5각형. b) 6각형. c) 3x3.

Nagao 필터는 극부입상 제거 특성이 좋고 부가적으로 에지향상 (edge enhancement) 특성을 가진다. 하지만 9개의 마스크에 대해 본산을 구하므로 필터링시간이 길고 false contour까지도 향상시키는 단점이 있다.

4. 변형 Nagao 필터

본 논문에서는 앞서 언급된 Nagao 필터의 2가지 단점을 보완하기 위해서, 수행속도가 빠른 에지 연산자를 사용하여 에지라고 판단된 부분만을 Nagao 필터링하고 그 외에는 평균 필터를 적용하도록하여

기존의 Nagao 필터를 변형하였다. 이러한 변형 Nagao 필터링 방식을 간단히 도시하면 그림 2와 같다.

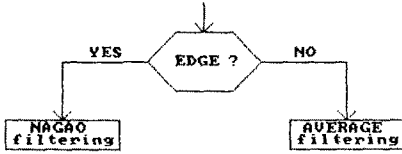


그림 2. 변형된 Nagao 필터링의 흐름도.

여기서, 에지라고 판단된 부분만을 향상시키므로 S&M 영역화 수행시 영역경계 (region boundary)는 향상된 에지에서 형성된다. 따라서 사람의 시각적 특성에 부합하는 에지 연산자를 사용하여 에지를 향상시킨다면 더 좋은 품질의 S&M 영역화 결과영상을 얻을 수 있다. 그리고 Nagao 필터의 에지향상 특성을 충분히 살리기 위해서는 에지가 어느 정도 두께를 가져야 한다. 왜냐하면 경사에지를 향상시킬 경우 에지연산자에 의해 에지라고 판단되는 부분이 경사에지의 꼭 전체를 포함하지 못한다면 경사에지의 일부분만이 향상될 것이기 때문이다. 이러한 이유들로 연산 속도가 빠르고 사람의 시각적 특성에 부합하며 에지가 두꺼운 DP (difference of probabilities)<sup>[8]</sup> 연산자를 사용하였다. DP 연산자는 다음과 같이 정의된다.

$$DP = \frac{f_m(i,j)}{SUM} - \frac{f(i,j)}{SUM} \quad (4)$$

여기서 SUM은 3x3 창내에 있는 화소의 합이며  $f(i,j)$ 는 중심 화소값이며  $f_m(i,j)$ 는 3x3 창내의 최대값이다.

#### IV. 실험 결과 및 검토

전처리 효과를 위한 실험에서 사용한 영상은 크기가 256x256이고 256개의 명암도를 갖는 GIRL 영상이며 IBM-PC/AT 컴퓨터를 사용하였다.

먼저 그림 3에서는 원영상과 필터링된 영상의 108번째 line에서의 1차원적 밝기 분포를 나타내었다. 원영상의 밝기 분포를 보면 국부임상이 많음을 알 수 있으며, 각 필터링 결과의 분포도에서 알 수 있듯이

메디안과 역경사도 무게 필터는 국부임상을 smoothing하면서 에지는 거의 원상태로 보존함을 알 수 있다. 그리고 Nagao와 변형 Nagao 필터도 역시 smoothing을 하지만 에지를 향상시킨다.

또한 필터들의 국부임상 제거와 에지보존 특성을 조사하기 위하여 필터링된 영상을 Laplace 연산자에 적용하여 그 결과값의 절대치 영상을 보고 특성을 측정하였다. Laplace 연산자는 다음식과 같다.

$$f(i,j) = f(i-1,j) + f(i+1,j) + f(i,j-1) + f(i,j+1) - 4*f(i,j) \quad (5)$$

이 Laplace 연산자는 국부임상에 상당히 민감하며 번곡점에 잘 반응하므로 에지 부분에 뭉뚱화가 생긴 경우 절대치 영상의 에지를 원영상의 에지와 비교해 볼 때 굵긴다든가 혹은 2줄로 나타나게 된다. 따라서 절대치 영상의 고립점 수로 국부임상 제거 성능을 조사하고 에지에서의 보존 특성은 에지 부분의 연결성과 세선화 정도를 보고 살핀다. 이 때 절대치 영상의 이진화시 동일 조건에서 비교를 하기 위해 동일한 역치를 사용하였다.

그림 4에는 원영상과 필터링된 영상에 대한 Laplace 연산 결과의 절대치 영상들을 보였다. 그림 4에서 볼 때 국부임상 제거 특성은 변형 Nagao 필터가 가장 우수하며 역경사도 무게 필터는 성능이 가장 떨어진다. 여기서 split와 merge 후 나타나는 극소영역들은 평탄한 지역보다는 주로 에지 주위의 국부임상에 의해 생기므로 에지 주위의 국부임상 제거 특성을 살피는 것이 특히 중요하다. 이러한 관점에서 그림 4를 볼 때 메디안이나 역경사도 무게 필터는 에지 주위에서 고립점이 대체로 많으며 변형 Nagao 필터가 고립점이 가장 적다. 에지보존 특성은 메디안 필터, Nagao 필터 그리고 변형 Nagao 필터는 우수하며 역경사도 무게 필터는 에지를 다소 뭉뚱화시킴을 알 수 있다.

표 1에 필터링 시간, S&M 영역화 수행시간, grouping 후의 영역수 그리고 극소영역 제거 후의 영역수를 나타내었다. 표 1에서 볼 때 전처리를 한

결과 S&M 영역화 수행시간이 20-25분 정도 단축됨을 알 수 있고 변형 Nagao 필터와 기존의 Nagao 필터가 S&M 영역화 수행시간 면에서 가장 많은 이득이 있었다. 그리고 필터링 시간면에서 매디안 필터, 역경사도 무게 필터, 그리고 변형 Nagao 필터가 비슷하며 Nagao는 10분 이상으로 무척 길다.

그림 5에는 split와 merge 후의 영역경계, grouping 후의 영역경계, 극소영역 제거 후의 영역경계, 각 영역의 평균으로 대체하여 재생한 영상을 보였다. 그림 5에서 split와 merge 후 영역경계와 grouping 후의 영역경계를 보면 극소영역들이 거의 예지 주위에서 존재함을 알 수 있다. 또한 grouping 후의 영역경계에서 볼 때 Nagao와 변형 Nagao 필터의 극소영역이 가장 적다. 따라서 Nagao와 변형 Nagao 필터가 다른 필터와 비교하여 극소영역 제거 과정에서 수행시간면에서 유리하다는 예측을 할 수 있다. 그림 5의 극소영역을 제거한 후 영역경계에서 볼 때 매디안, 역경사도 무게 필터는 영역이 조밀한 반면 상대적으로 Nagao와 변형 Nagao 필터는 영역이 전체적으로 굵게 나타난다. 그리고 각 영역의 평균으로 대체하여 재생한 영상에서 변형 Nagao 필터가 전체적으로 선명한 느낌을 받음을 알 수 있다.

V. 결론

실제 영상에 존재하는 극부임상 때문에 영상영역화 과정에서 나타나는 극소영역을 미리 제거하기 위해서는 전처리 과정이 필수적이며 전처리 필터들의 영상영역화 효과의 효과를 알아 적합한 필터를 사용하여야 한다. 따라서 본 논문에서는 전처리 필터들의 S&M 영역화 효과의 효과를 조사하였다.

예지항상 특성을 근거로 한 변형 Nagao 필터는 필터링 시간이 매디안이나 역경사도 무게 필터와 비슷하면서 평탄한 지역이나 예지 부근에서 극부임상 제거에 좋은 특성을 보여 S&M 영역화 수행시간에 많은 이득이 있었으며 또 변형 Nagao 필터내에서 사람의 시각적 특성을 고려한 예지 연산자를 사용함으로써 S&M 영역화 결과 영상의 품질을 개선시킬 수 있었다.

변형 Nagao 필터는 S&M 영역화 뿐만 아니라 다른 영상영역화 방법의 전처리 필터로도 유용하게 사용될 수 있으리라 본다.

VI. 참고 문헌

1. Steven W. Zucker, "Survey, region growing : childhood and adolescence," CGIP 5, pp.382-399, 1976.
2. S. L. Horowitz and T. Pavlidis, "Picture segmentation by a tree traversal algorithm," Journal of the ACM, Vol.23, No.2, pp.368-388, April 1976.
3. M. Kocher and R. Leonardi, "Adaptive region growing technique using polynomial functions for image approximation," Signal Processing 11, pp.47-60, 1986.
4. M. Kunt et.al, "Second-generation image-coding techniques," Proceedings of the IEEE, Vol.73, No.4, pp.549-574, April 1985.
5. Thomas S. Huang, George J. Yang, Gregory Y. Tang, "A fast two-dimensional median filtering algorithm," IEEE Trans. ASSP, Vol.1, ASSP-27, No.1, February 1979.
6. D. C. C. Wang et.al, "Gradient inverse weighted smoothing scheme and the evaluation of its performance," CGIP processing 15, pp.167-181, 1981.
7. M. Nagao et.al, "Edge preserving smoothing," CGIP 9, pp.394-407, 1979.
8. 김남철, 류영진, "스케지 특징의 추출을 위한 벨리 연산자," 통신학회 영상처리 워크샵 논문집, pp.16-19, 1987년 10월.

표 1. a) Grouping 후 영역수. b) 최종 영역수. c) S&M 영역화 수행시간(분). d) 필터링 시간(분).

	a)	b)	c)	d)
원영상	1760	67	38	0
매디안 필터	1006	58	18	3
역경사도 무게 필터	1174	53	20	5
Nagao 필터	713	56	13	10
제안한 필터	768	53	12	5

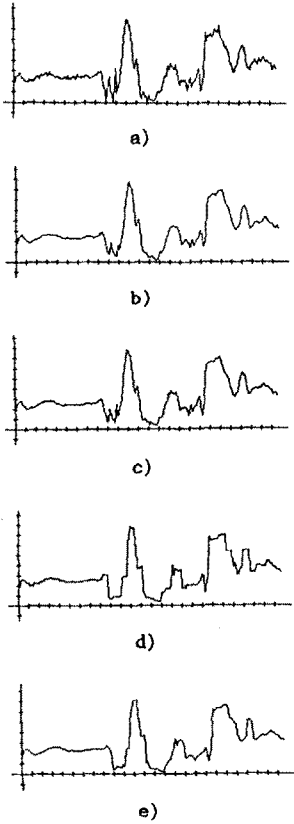


그림 3. 영상의 108번째 line에서의 1차원적 잡기 분포. a) 원영상. b) 메디안 필터. c) 역경사도 무개 필터. d) Nagao 필터. e) 변형 Nagao 필터.

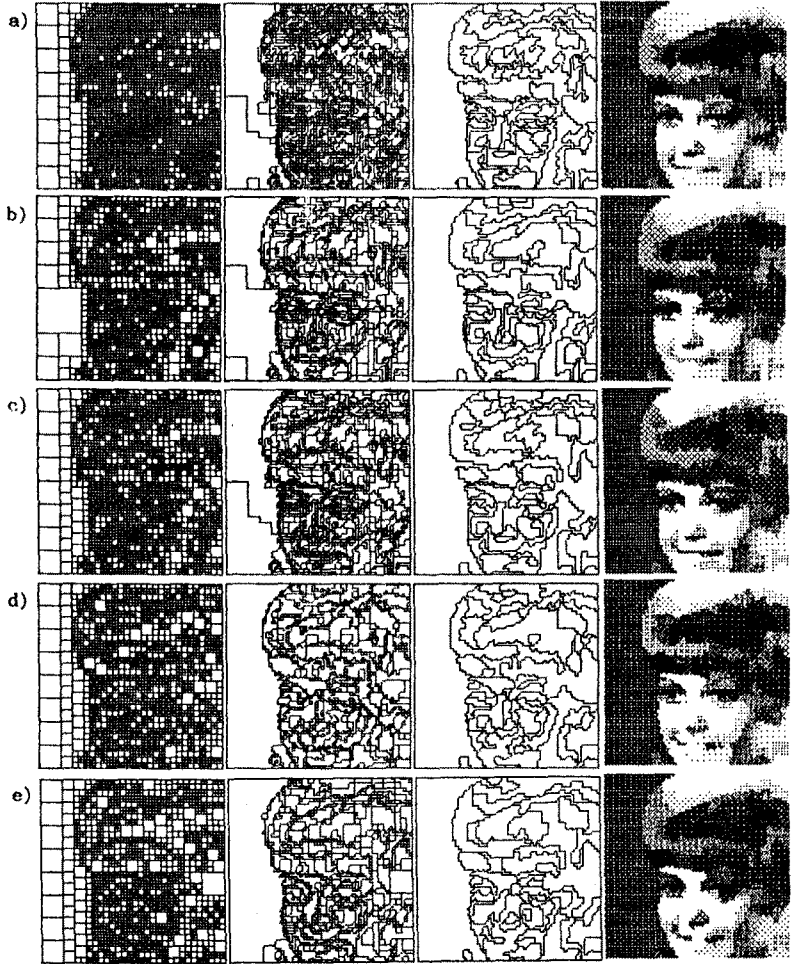


그림 5. Merge와 split 후의 영역경계, grouping 후의 영역경계, 극소영역 제거 후의 영역경계, 각 영역의 평균으로 대체하여 재생한 영상. a) 원영상. b) 메디안 필터. c) 역경사도 무개 필터. d) Nagao 필터. e) 변형 Nagao 필터.

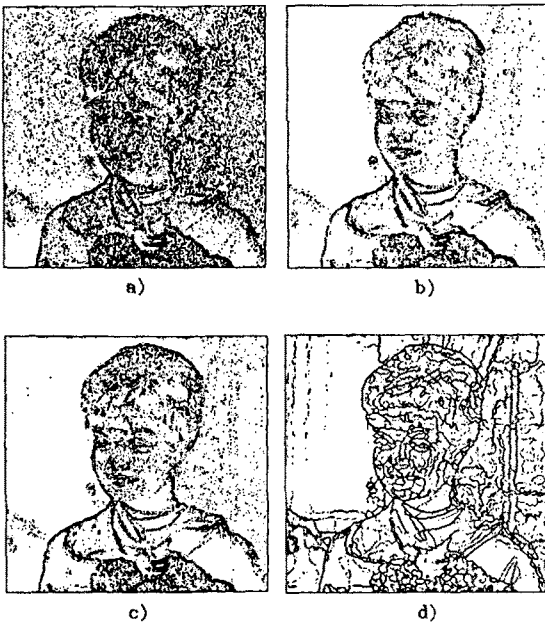


그림 4. Laplace 연산자 결과값의 절대치 영상. a) 원영상. b) 메디안 필터. c) 역경사도 무개 필터. d) Nagao 필터. e) 변형 Nagao 필터.