

# 영역 확장 알고리즘의 개선

김경욱\*, 이효중, 송명성  
전북대학교 전자공학과

e-mail:{kwkim, hlee, mssong}@sel.chonbuk.ac.kr

## Improvement of Region Growing Algorithm

Kyong Wook Kim, Hyo Jong Lee, Myung Sung Song  
Dept of Electronics Engineering, Chonbuk National University

### 요약

다양한 형태, 독특한 질감, 불 균일한 조명과 같은 야외 영상의 특징 때문에, 윤곽선 탐지 방법은 단일 물체나 단순한 형태의 물체 등을 인식하는데 있어서 적합하지 않다. 따라서 본 논문에서는 주변에 있는 물체들과 명확히 구분하여 객체의 인식에 향상을 가져 올 수 있는 영역 확장 법을 실험하였다.

### 1. 서론

영상 분할은 주어진 영상에서 의미 있는 영역을 분리해 내는 과정으로써, 여기에서 얻어진 정보는 인식 단계에서 중요한 정보로 이용된다. 영상 분할이 물체 인식에서 중요하게 취급되는 이유는 분할된 영역들의 경계선이 물체의 형태에 관한 정보를 유지하면서 영상 인식단계에서 처리해야 할 자료의 양을 크게 줄일 수 있고, 인간이 대강의 형태로도 물체를 인식할 수 있는 것처럼 영상에서 대부분의 유용한 정보는 고유한 영역으로 존재하기 때문이다. 이러한 영상의 분할 방법에는 크게 문턱 값 방법, 윤곽선에 기반한 방법과 영역에 기반한 방법으로 나눌 수가 있다. 이러한 방법들은 특정한 물체를 분리하거나, 단일 물체만을 분리하므로, 다양한 물체를 분리해야 하는 곳에 적용하기는 힘들다.

본 논문에서는 단일 물체나 단순한 형태의 물체를 인식하는 특수한 알고리즘이 아니고, 자연 현상에서 발견되는 영상들을 중심으로 분할 알고리즘을 개선하고자 한다. 실험에서는 칼라의 속성을 이용하여, 기존의 영상처리 알고리즘 중에 영역 확장 방법과 Fisher Distance를 이용한 영역 병합 방법을 사용하였다.

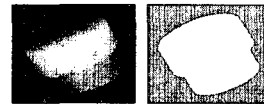
### 2. 영상 분할

영상분할방법은 문턱 값 방법, 윤곽선에 기반[1,2]

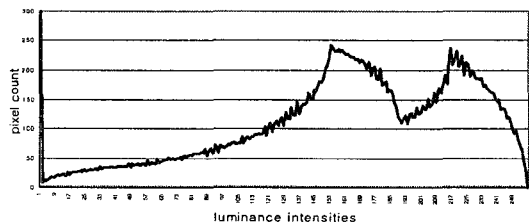
한 방법과 영역에 기반[3,4]한 방법으로 나눌 수 있다.

#### 2.1 문턱 값 방법

(그림 1)은 코르크 병마개의 음영영상(a)과 배경으로부터 병마개가 분할된 그림(b)이고, (그림 2)는 (그림 1.a)의 명암 히스토그램이다.



(그림 1) a.실험영상 b.결과영상



(그림 2) 영상의 밝기 정보 분포

(그림 2)에서처럼 명암 히스토그램에 하나의 극소점이 존재하면 그 극소점을 기준으로 좌우에 두 가지로 명암의 분포가 집중되어 있음을 알 수 있다. 이를 통해 영상이 배경 이미지와 물체 이미지로 구성되어 있음을 알 수 있다. 이때 명암정보를 이용해 극소점을 기준으로 문턱치화 하면 배경과 분리된 원하는 부분의 분할된 영상을 얻을 수 있다.(그림 1.b) 그러나 결

러영상의 경우에는 많은 메모리가 요구되고, 히스토그램에는 화소간 연결관계 등의 지역적 정보가 나타나지 않는 단점이 있다. 또한 많은 대상을 분리하기 위해 문턱 값을 많이 설정할 경우 영역이 복잡하게 나누어지는 결과를 초래할 수 있다.

2.2 윤곽선에 기반한 분할 방법

윤곽선에 기반한 방법은 간단하고 빠르게 윤곽선을 찾을 수 있지만, 영상처리 결과를 영상 내의 객체 인식에 응용하는데 많은 전처리 과정이 요구된다. 윤곽선 탐지는 영상의 지역적인 변화량이 급격히 변화되는 시점을 윤곽선으로 인식한다. 1차 미분을 이용하는 방법과 2차 미분을 이용하는 방법이 있다.

일반적으로 윤곽선 검출 알고리즘은 윤곽선과 윤곽선 화소들을 의미 있는 경계로 결속하기 위해 지역적 연결 처리에 의한 경계 검출 과정을 거친다.

2.3 영역에 기반한 분할 방법

윤곽선 검출과 영역 분할에는 중요한 차이가 있다. 윤곽선 검출 결과시에는 서로 다른 물체로 분할되어야 하는 영역이 같은 물체로 분할될 가능성이 있다.

이러한 분할을 보정하는 방법들이 제안되어 있지만 윤곽선의 연결 과정이 복잡하고, 많은 연산 과정과 적절한 문턱 값을 구하는데 한계를 지니고 있으며, 그 한계를 벗어나면 오히려 잘못된 결과를 낳게 된다. 그러나 영역 분할 방법을 사용하면 폐곡선이 형성되어 같은 영역에서는 같은 물체로 인식하게 된다. 똑같이 오 인식을 할 수 있지만 영상의 형태에 따라 강건한 방법을 사용한다면 이를 막을 수 있으며 나누어진 영역의 속성을 이용하여 인식에 적용할 수 있다.

영역 기반 방법은 각각의 영역이 가지고 있는 칼라의 속성 벡터, 밝기 정보, 크기정보와 같은 특성을 이용하여 영상내의 객체를 인식하는 과정에 쉽게 응용될 수 있지만 적절한 문턱 값을 결정하기가 어렵다. 따라서 영역을 알맞게 표현하기 위한 초기 씨앗 점들의 선택과 확장 과정동안 여러 영역 안에 있는 점들을 포함하기 위한 적당한 성질의 선택이 필요하다. 영역에 기반한 분할 방법에는 영역 분리 및 병합 [3], 영역확장[4] 등의 방법이 있다.

3. 영역의 확장과 병합

R이 전체 영상을 나타낸다고 할 때, 아래와 같은 조건을 만족하면 R을 n개의 소 영역  $R_1, R_2, \dots, R_n$ 으로 나눌 수 있다.

조건 1)  $\bigcup_{i=1}^n R_i = R$

- 조건 2)  $R_i$  하나의 연결된 영역이다.  $i=1,2,3,\dots,n$
- 조건 3) 모든  $i, j$  에서  $i \neq j$ 에 대하여  $R_i \cap R_j = \emptyset$
- 조건 4)  $P(R_i) = TRUE$  for  $i=1,2,3,\dots,n$ ,
- 조건 5)  $i \neq j$ 에 대하여  $P(R_i \cup R_j) = FALSE$

3.1 영역의 분리 및 병합

영역의 분리 및 병합 알고리즘은 영상을 초기에 임의로 겹치지 않게 분리된 영역으로 나눈 다음에, 위 조건들을 만족시키는 방향으로 반복적으로 수행한다.

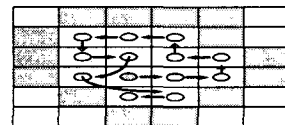
- 1)  $P(R_i) = TRUE$  인 모든 영역  $R_i$ 에 대하여 4개 겹치지 않는 사분면으로 분리한다.
- 2)  $P(R_i \cup R_j) = FALSE$  인 모든 인접영역  $R_i$ 와  $R_j$ 는 병합한다.
- 3) 더 이상의 병합이나 분리가 가능하지 않을 때 멈춘다.

3.2 영역 확장

영역의 분리 및 병합 알고리즘처럼 초기에 겹치지 않는 분리된 영역으로 나눌 필요 없이, 문턱 값의 변화를 통하여 영상이 영역으로 분할할 때 Sensibility를 조정하여 적당한 영역으로 나눌 수 있다. 또 분할 후 분할된 영역이 가지고 있는 속성들의 정보를 얻어내는 것도 용이하며 윤곽선 검출처럼 다른 보정을 하지 않더라도 그 자체로 영역이 찾아진다.

먼저 일반적인 영역 확장 방법에 대하여 알아보면, 영역 확장은 씨앗에서부터 출발하여 화소 단위로 점점 그 영역을 넓혀 가는 방법이다. 그러나 영역확장 알고리즘의 특성상 계산이 많고 재귀적 방법을 사용하기 때문에 컴퓨터의 메모리를 너무 많이 차지하게 된다. 또한, 영상의 크기가 크거나 영상의 해상도가 높을 때, 데이터의 크기를 사용자의 시스템에 적절하게 제한해야 하는 단점이 있다.

그래서 스택을 이용한 비 재귀적 방법을 사용해 재귀적 방법에서의 단점을 보완하였다. (그림 3)에 영역 확장의 순서를 나타내었다.



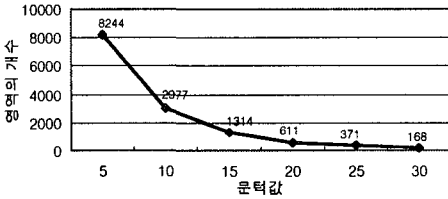
(그림 3) 비 재귀 영역확장

영역을 확장할 때는 영역의 동질성에 대한 판별 기준이 필요하다. 영상내의 정보로는 질감, 명도, 색상 등이 있는데, 본 논문에서는 명도를 이용하였다. 씨앗 화소와 그에 이웃한 화소에 대하여 유클리드 거리를 적용하면 (식 1)처럼 나타낼 수 있다.

$$D = \sqrt{(R_s - R_i)^2 + (G_s - G_i)^2 + (B_s - B_i)^2} \quad (\text{식 } 1)$$

$$R_{seed} \ni \{P_i(R_i, G_i, B_i) | D \leq T\} \quad (\text{식 } 2)$$

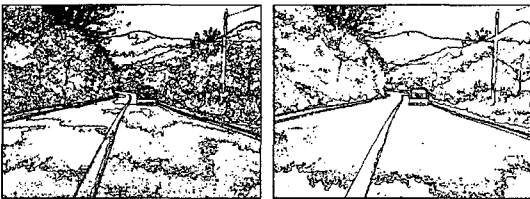
영역의 확장은 (식 2)에서처럼 씨앗 영역의 경계와 이웃한 화소간의 유클리드 거리가 문턱 값의 범위를 만족하는 화소  $P_i(R_i, G_i, B_i)$ 를  $R_{seed}$  영역에 포함하면서 확장해 나간다. 그리고 씨앗 영역의 경계와 이웃하는 모든 화소간의 유클리드 거리가 문턱 값의 범위를 만족하지 않을 때,  $R_{seed}$  영역의 확장을 멈추게 된다.



(그림 4) 문턱 값에 대한 영역의 개수

(그림 4)는 문턱 값의 변화에 대한 영역의 개수의 변화를 나타내었다. 문턱 값이 커질수록 영역의 개수는 적어짐을 알 수 있다. (그림 5)에서 영역확장 결과를 보면 문턱 값이 5일 때에는 영역이 너무 작게 나누어진 것을 볼 수 있고, 문턱 값이 20일 때는 도로와 중앙차선이 잘 드러나는 반면에 도로 양쪽 나무들의 영역 정보는 사라진 것을 볼 수 있으며, 문턱 값이 20 이상 증가 할 수록 영상에 존재하는 많은 영역정보를 잃어버린 것을 알 수 있다.

(그림 5)에 나타난 것처럼 문턱 값의 선택에 따라 영역이 불필요하게 많이 분할되거나 너무 작게 분할되어 영역의 정보를 상실 할 수도 있다.



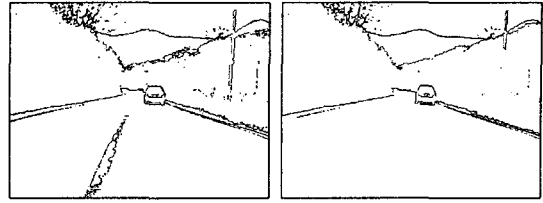
T = 5

T = 10



T = 15

T = 20



T = 25

T = 30

(그림 5) 문턱 값에 따른 영역확장 결과

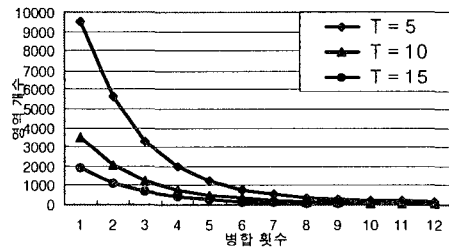
### 3.3 영역의 병합

위 문제점을 개선하기 위해 영역 병합을 사용하였다. 영역 병합은 (식 4)에서처럼 이미지 내에 존재하는 모든 영역에 대해 이웃하는 영역과의 Fisher Distance[5] 값을 조사하여 이 값이 문턱 값 이하일 경우 두 영역을 병합한다. 두 인접한 영역  $R_1$  과  $R_2$  의 크기를  $n_1$ 과  $n_2$ , 표준편차를  $\delta_1$ 과  $\delta_2$ 라고 할 때 Fisher Distance  $D_F$ 는 (식 3)과 같이 정의된다. 두 영역의 평균과 표준편차가 비슷할수록  $D_F$ 의 값은 작다.

$$D_F = \frac{(n_1 + n_2)(\mu_1 - \mu_2)^2}{n_1\delta_1^2 + n_2\delta_2^2} \quad (\text{식 } 3)$$

$$R_i \supset \{R_j | D_F < \alpha\} \quad (\text{식 } 4)$$

(그림 5)에서 본 바와 같이, 영역을 확장 할 때 사용한 문턱 값에 따라, 영역의 개수가 민감하게 변화하므로 문턱 값의 결정이 어렵다. 문턱 값을 작게 주면 분할된 영역의 개수가 많아지고, 크게 주면 분할된 영역의 개수는 적어지고 영역의 크기가 증가하여 영역이 가지고 있는 정보를 이용할 수 없게 된다.



(그림 6) 병합횟수에 대한 영역의 감소

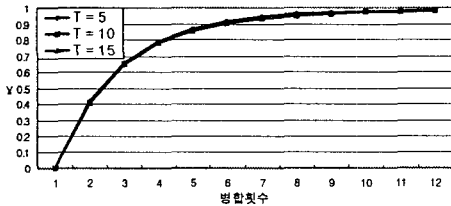
(그림 6)에서 병합횟수와 영역 개수와의 관계를 나타내었다. 문턱 값이 작게 또는 크게 주어지더라도, 이미지 내의 병합을 실시 할 때, 영역의 개수는 병합의 반복 횟수가 증가함에 따라 감소하다가 일정 수준 반복하게 되면 더 이상 감소는 일어나지 않는 포화상태가 된다. 이러한 특징으로 문턱 값의 결정의 어려움을 보완 할 수 있다.

분할 영역에 대한 병합 개수의 포화율  $\gamma$ 는  $i$ 번째 반복했을 때 영역의 개수  $R_i$ 와 초기영역의 개수  $R_{init}$

의 비율로 (식 5)와 같이 나타낼 수 있다.

$$\gamma = 1 - \frac{R_i}{R_{init}} \quad i=1,2,3,\dots \quad (\text{식 } 5)$$

(식 5)를 적용하여 포화율  $\gamma$  를 (그림 7)과 같이 나타내었다. 문턱 값에 관계없이 일정하게 포화되고 있음을 알 수 있다. 이로부터 모든 병합과정이 문턱 값에 무관하게 영역을 일정한 비율로 병합한다는 사실을 알 수 있다.



(그림 7) 병합횟수에 따른 포화율  $\gamma$

#### 4. 실험 및 결과

##### 4.1 영상분할

영역 확장을 이용하여 영상을 분할하는데 있어서 영역에 대한 동질성 판단은 명도의 값을 사용하여 영역확장을 하였다. 영역확장이 끝난 영상에 대하여 영역을 병합하는 과정을 거쳐야 한다. 만약에 영역이 크게 나누어지면 영역을 병합할 때 영상분할 과정의 오류를 정정할 수 없으므로 영상을 작게 나누는 것이 필요하다. 문턱 값을 설정하는 방법은 많은 시행착오를 거쳐가면서 실험을 통하여 적당한 문턱 값을 구할 수 있다. 실험에 사용된 문턱 값은 5로 하였다. (그림 9)에 영역확장의 결과가 나타나 있다.

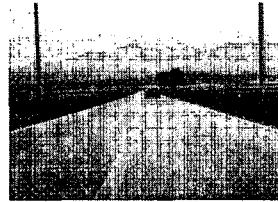
##### 4.2 영역 병합

영역 확장 중 같은 영역에 대해 여러 개의 영역으로 나눈다면 같은 영역이 다른 영역으로 판단될 수 있으며, 영역이 너무 적게 나누어지게 한다면 다른 영역을 침범하게 되어 그 영역의 고유한 속성을 잃어버리게 된다. 이런 문제는 영역 분할 후 다시 영역의 특성에 맞게 병합함으로써 해결하였다. (그림 10) 영역 병합의 결과가 나타나 있다.

#### 5. 결론

영역화에 있어 문턱 값을 조금 작게 하면 같은 영역이 너무 세밀하게 나뉘어져서 그 영역이 가지고 있는 속성을 잃어버리게 되고, 문턱 값을 조금 크게 하면 영역이 너무 적게 나누어지게 된다. 이런 영역은 다른 영역을 침범하게 된다. 또, 일단 한번 적용된 문턱 값은 모든 영상에 대하여 적용하여 전체 영상 데이터에

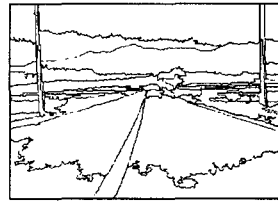
대하여 같은 조건의 문턱 값을 넣어야 하므로 적당한 문턱 값을 찾기가 어렵다. 이러한 어려움을 보완하기 위해 Fisher Distance를 이용하였고, 문턱 값의 적은 변화에도 적절한 영역분할을 할 수 있었다.



(그림 8) 자연영상



(그림 9) 영역확장 결과



(그림 10) 영역병합 결과

#### 참고문헌

- [1] J. Canny, "A computational approach to edge detection" IEEE Transaction on PAMI, Vol. 8, no. 6, pp.679-698, 1986
- [2] D. Marr and E. C. Hildreth. Theory of edge detection. Proc. R. Soc. Lond. B, 207:187-127, 1980.
- [3] F. Cheevasuvit, H. Maitre, and D. Vidal-Madjar, "A robust method for picture segmentation based on split-and-merge procedure", Comput Graph Image Process, Vol. 34, pp. 268-281, 1986
- [4] Rolf Adans and Leanne Bischof, "Seed Region Growing", IEEE Transaction on Pattern analysis and Machine Intelligence, Vol. 16, No. 6, June, 1994
- [5] T-Y Philips, A. Rosefeld and A.C. Sher, "O(log n) Bimodality Analysis," Pattern Recognition 22, pp 741 - 746. 1989