경계선 검출 값들의 표준 편차를 고려한 이진 영상 추출에 관한 연구

°황 호전, 두 길수*, 이 신원**, 윤 후병, 서 정원, 정 섬종, 안 동언
전북대학교 컴퓨터공학과, 서남대 전산정보학과*, 정인대 전산정보처리과**
hjhwang@calhp1.chonbuk.ac.kr

A Study on the Binary Image Extraction in Consideration of the Standard Deviation of Edge Detection values

°H J. Hwang, G. S. Du*, S. W. Lee**, H. B. Yun, J. W Seo, S. J. Chung, D U. An
Department of Computer Engineering, Chonbuk National University,

요 약

이미지 검색 시스템이나 인식 시스템에서 형태 특징 벡터를 추출하기 위해서는 이진화 과정이 필요하다 본 논문에서는 경계선 검출 값들의 공간적 특성을 이용하여, 사람의 개입 없이 자동적으로 표준 편차를 사용한 임계값 결정 방법을 제시하였다.

1. 서 론

최근 내용 기반 이미지 검색 시스템, 인식 시스템의 연구가 이루어지고 있는데, 이러한 시스템의 성능은 이미지의 특징 벡터들을 얼마나 잘 검출하느냐에 따라 좌우된다. 특징 벡터로써 질(Texture), 색상(Color), 그리고 형태(Shape)가 있는데, 특징 벡터를 추출하기 위해선 입력 영상의 객체에 대한 형태를 정확하게 추출해야 한다.

입력 영상으로부터 추출된 객체는 내용 기반 이미지 검색 시스템이나 인식 시스템의 입력으로 쓰여 이미지의 특징 벡터들을 추출하는데 사용된다. 따라서 시스템의 성능은 입력 영상으로부터 얼마나 정확한 이진 영상을 추출하는 가에 좌우된다. 그럼으로 내용 기반 이미지 검색 시스템이나 인식 시스템에서는 입력 영상의 배경으로부터 객체의 형태를 추출하기 위해 이진화 과정을 거치게 된다

기존의 이진화 과정에서 사람의 판단으로 임계값을 결정하여 객체에 대한 형태를 추출하는 수동적인 방법을 사용하고 있지만[4], 본 논문에서는 경계선 검출 값들의 편차 정도에 따라 자동적으로 임계값을 결정하여 사람의 개입 없이 이진 영상을 추출함으로써 시스템의 자동화를 이루어 내고자 한다.

입력 영상의 배경으로부터 객체를 추출하기 위해 먼저 2장에서 공간적 특성을 이용하여 각 픽셀들의 경계선 검출 값을 구하기 위해 경계선 검출 방법을 기술하며, 3장에서는 각각의 블록의 경계선 검출 값들의 편차 정도에 따라 임계값을 결정할 수 있는 이진화에 대해 기술하였다. 또한 실험 및 결과에 대해서는 4장, 5장에서 기술하였다.

2. 경계선 검출 방법

칼라 이미지는 비슷한 색상을 가진 영역에서는 이웃하는 픽셀들간의 색상 변화 적고, 영역과 영역 사이에서는 이웃하는 픽셀들간의 색상 변화가 크게 나타나고 있다. 이러한 특성을 이용하여 경계선

검출 알고리즘을 수행하면 영역과 영역 사이 즉, 경계 선상에서는 경계선 검출 값이 크게 나타나고, 영역 내부에서는 경계선 검출 값들이 낮게 나타나게 된다

입력 이미지의 색상 정보는 RGB 성분으로 되어 있으며, 이웃하는 픽셀들과의 유클리디안 거리(Euclidian distance)로 계산한다. 각각의 픽셀들의 경계 검출 값을 구하기 위해 3 x 3 마스크를 적용한 Sobel 연산자를 사용하였다.[3]

$$G(x,y)=\sqrt{S_x^2+S_y^2} \qquad \text{(식-1)}$$

$$S_x=(a_2+2a_3+a_4)-(a_0+2a_7+a_6)$$

$$S_y=(a_0+2a_1+a_2)-(a_6+2a_5+a_4)$$

-1	0	1
-2	0	2
-1	0	1

S_x

1	2	1
0	0	0
-1	-2	-1

S_y

$G(x,y)$는 Sobel 연산자에 의해 계산한 픽셀(x,y)의 경계선 검출 값이며, Sobel 연산자를 위한 3x3 마스크는 아래[그림 1]과 같다

a_0	a_1	a_2
a_7	(x,y)	a_3
a_6	a_5	a_4

[그림 1 : 경계선 검출을 위한 3x3 마스크]

3. 이진화

경계선 검출 알고리즘을 통해 얻어진 경계선 검출 값이 높은 값으로 나온 픽셀들을 경계선으로, 낮은 값으로 나온 픽셀들은 영역의 내부 픽셀로 처리 해 주는 단계가 필요하다 객체의 형태를 추출하기 위한 임계값 결정 방법은 크게 세 부분으로 나누어진다. 첫째 이미지 전 구간에 대해 하나의 임계값으로 처리하는 전역적 임계값 결정 방법, 이미지를 여러 개의 서브 이미지로 나눠 각각의 블록에 맞는 임계값으로 처리하는 지역적 임계값 결정 방법과 마지막으로 각각의 픽셀에 대해 각각의 임계값을 결정하여 처리하는 다이나믹 임계값 결정 방법이 있다.[1]

본 논문은 Sobel 연산자로 계산한 경계선 검출 값 $G(x,y)$와 3x3 블록 마스크를 사용해 각각의 서로 다른 가중치를 부여한 인접한 블록의 평균값(식-4)과 평균 표준 편차(식-5) 그리고 그 블록의 표준 편차(식-3), 평균(식-2)을 적용시켜 이진 영상을 추출하는 지역적 임계값 결정 방법을 사용하였다

μ_1,σ_1	μ_2,σ_2	μ_3,σ_3
μ_4,σ_4	μ_5,σ_5	μ_6,σ_6
μ_7,σ_7	μ_8,σ_8	μ_9,σ_9

1	2	1
2	4	2
1	2	1

[그림 2 : 이웃한 블록의 평균과 평균 표준편차를 가중치를 둔 3 x 3 마스크 블록]

$$\mu_k=\frac{1}{N^2}\sum_{i=-N/2}^{N/2}\sum_{j=-N/2}^{N/2}G(x_i,y_j) \qquad \text{(식-2)}$$

$$\sigma_k=\frac{1}{N}\sqrt{\sum_{i=-N/2}^{N/2}\sum_{j=-N/2}^{N/2}\left(G(x_i,y_j)-\mu\right)^2} \qquad \text{(식-3)}$$

$$M_{\mu_k}=\frac{1}{16}\left(\mu_1+2\mu_2+\mu_3+2\mu_4+4\mu_5+2\mu_6+\mu_7+2\mu_8+\mu_9\right) \qquad \text{(식-4)}$$

$$M_{\sigma_k}=\frac{1}{16}\left(\sigma_1+2\sigma_2+\sigma_3+2\sigma_4+4\sigma_5+2\sigma_6+\sigma_7+2\sigma_8+\sigma_9\right) \qquad \text{(식-5)}$$

여기서, N은 블록의 크기(N > 3, 홀수), μ_k과 σ_k는 N x N 픽셀의 평균 경계선 검출 값과, 표준 편차이며 M_{μ_k}과 M_{σ_k}는 가중치를 부여한 이웃한 블록의 평균 경계선 검출 값, 평균 표준편차 값이다 그리고 각 블록의 임계값을 T, 이진 영상을 $B(x,y)$라고 하였을 때, 이진 영상을 구하는 식은 다음과 같다

$$T=M_{\mu_k}+\sqrt{\mu_k*\frac{M_{\sigma_k}}{\sigma_k}} \qquad \text{(식-6)}$$

$$B(x,y)=\begin{cases}1, & G(x,y)>T\\ 0, & \text{그렇지않으면}\end{cases} \qquad \text{(식-7)}$$

(식-6)에서 각 블록의 임계값은 블록 안에서 표준 편차가 클수록 블록 평균에 가까운 값을, 표준 편차가 작을수록 블록 평균보다 큰 값을 결정함으

로써, 픽셀들의 경계선 검출 값보다 크면 검정색(객체)으로 나타내고, 작거나 같으면 흰색(영역 내부)으로 나타내어(식-7) 객체와 배경을 구분할 수 있는 이진 영상이 만들어진다.

4. 실 험

국립 중앙 박물관에서 소장한 도자기 영상[5]를 스캐닝하여, 256칼라 도자기 영상을 논문의 실험 대상으로 하였다 본 논문에서 제시한 방법으로 추출된 이진 영상과 전체 경계 검출 값의 평균에 가중치 1 과 1.5를 곱한 값을 임계값으로 한 전역적 임계값 결정 방법으로 추출된 이진 영상과 비교하였다.[그림3,4]

5. 결 론

본 논문은 경계 검출 값의 표준 편차를 고려하여 임계값을 결정하는 방법을 사용하였다. [그림3]을 보면 너무 높은 가중치를 줄 경우 객체의 일부 경계선이 손실 될 가능성이 많고, 또한 적은 가중치를 줄 경우 객체의 대한 경계선이 불명확하게 된다 따라서 적절한 임계값을 결정하기 위해 여러 번의 이진화가 이루어지기 때문에 시스템의 성능 저하되기도 한다.

본 논문에서 제안한 방법은 경계선 성분을 가지고 있는 블록 내에서는 전역적 임계값 결정 방법보다 좋은 결과를 보여주고 있으나. 영역 내에서의 노이즈 검가로 몇몇 픽셀들의 경계 검출 값보다 높게 나타나는 것을 알 수 있다. 따라서 영역 내부에서 노이즈가 발생하여 몇몇 픽셀들이 제거될 수 있는 방안이 강구되어야 할 것이며, 특히 빛의 의한 하이라이트나 음영이 발생할 경우, 융통성 있게 이진 영상을 추출할 수 있는 이진화 연구가 계속해서 진행되어야 할 것이다

참고문헌

[1] Joan S. Weszka, "A survey of Threshold Selection Techniques", Computer Graphics and Image Processing, 259-265, July 1978

[2] John C. Russ, "The Image Processing Handbook", second edition.

[3]Ramesh Jain, Rangachar Kasturi, Brian G. Schunck, "Machine Vision"

[4] 윤 후병, 안 동언, 정 성종, "공간적 특성과 히스토그램 을 이용한 칼라 영상의 영역 분할", 정보과학회 논문지(A), 398-404, 제 24권 제 4호 1997년 4월

[5]한국의 미 시리즈, 중앙일보 계간 미술. 1996