

스캔 영상의 외곽선 추출에 관한 연구

°황 호진, 윤 후병, 안 동언, 정 성종
진북대학교 컴퓨터공학과
hjhwang@calhpl.chonbuk.ac.kr

A Study on the Contour Extraction of the Scanned Image

°H. J. Hwang, H. B. Yun, D. U. An, S. J. Chung,
Department of Computer Engineering, Chonbuk National University

요약

본 논문에서는 스캔 영상의 외곽선을 추출하기 위해, 경계선 검출값들의 공간적 특성을 이용하여, 경계선 검출 값들을 계산하였다. 그리고 경계선 검출 값들의 편차 정도에 따라 임계값을 결정 한 다음 스캔 영상의 외곽선을 추출하는 방법을 제시하였다.

1. 서 론

최근 이미지 검색 시스템이나 인식 시스템에서는 입력 영상으로부터 객체에 대한 특징 벡터들을 검출하는 방법들이 활발하게 연구되고 있다. 따라서 이러한 시스템들의 성능은 특징 벡터들을 얼마나 정확하게 잘 검출하느냐에 따라 크게 좌우된다.

입력 영상의 특징 벡터들로는 질, 색상, 형태로 구분되어지는데, 배경으로부터 분리된 객체의 형태 즉, 객체의 외곽선을 검출함으로써 추출된 객체는 내용기반 이미지 검색 시스템이나 인식 시스템의 입력으로 쓰여 입력 영상의 특징 벡터들을 추출하는데 사용된다.

본 논문에서는 칼라 입력 영상을 배경과 객체로 분리되는 이진 영상으로 변환해주는 이진화 과정을 거쳐 세션화가 잘 이루어질

수 있도록 추출된 이진 영상에 대해서 세션화 전처리 과정으로 노이즈 제거 및 이진 영상 복구하는 과정을 수행하게 된다. 그리고 이진 영상으로부터 추출된 객체의 경계선들에 대해서 객체의 외곽선 추출을 쉽게 하기 위해 단일선으로 만드는 세션화 단계가 이루어지고, 연결 요소를 추출하여 객체에 대한 외곽선만을 트래킹하여 입력 영상에서 객체의 내부 경계선들은 무시한 외곽선 경계선들만을 추출하게 된다.

본 논문의 구성은 다음과 같다, 2장에서는 배경으로부터 객체만을 추출하는 이진화 방법에 대해 기술하였고, 3장에서는 객체의 경계선을 단일선으로 만드는 세션화에 대해 기술하고, 4장에서는 연결요소를 추출하여 객체의 외곽선만을 검출하는 방법에 대해 기술하였다. 마지막으로 4장, 5장에서는 실험 및 결과에 대해서 기술하였다.

2. 이진화 방법

입력 영상의 배경으로부터 객체를 추출하기 위해, 공간적 특성을 이용하여 각 픽셀들의 경계선 검출 값을 구함으로써 이진화 과정을 수행하였다.

2.1 경계선 검출

칼라 영상에서는 동일한 영역내의 이웃하는 픽셀들간의 칼라 차이가 적고, 영역과 영역 사이에서 존재하는 픽셀들은 이웃하는 픽셀들간의 칼라 차이가 크다는 특성을 가지고 있다. 따라서 이러한 특성을 이용하여 경계선 검출 알고리즘을 수행하면 영역과 영역 사이, 즉 경계 선상에서는 경계 검출 값이 크게 나타나게 되고, 영역 내부에서는 경계 검출 값들이 낮게 나타나게 된다. 본 논문에서는 입력 영상의 색상 정보는 RGB 성분으로 되어 있으며, 임의의 두 점 $P_1(r_1, g_1, b_1)$ 과 $P_2(r_2, g_2, b_2)$ 는 칼라 차이 값은 유클리디안 거리(Euclidian Distance)로 계산하였으며(식 1), 각각의 픽셀들의 경계 검출 값(식 2)을 구하기 위해 3 x 3 마스크를 적용한 Sobel 연산자를 적용하였다[그림 1][2].

$$d(P_1, P_2) = \sqrt{(r_1 - r_2)^2 + (g_1 - g_2)^2 + (b_1 - b_2)^2} \quad (\text{식-1})$$

A ₇	A ₀	A ₁
A ₆	C(x,y)	A ₂
A ₅	A ₄	A ₃

[그림 1. 경계선 검출 연산자를 위한 3x3 마스크]

$$G(x, y) = \sqrt{G_R(x, y)^2 + G_C(x, y)^2} \quad (\text{식-2})$$

$$G_R(x, y) = \frac{1}{4} [d(A_7, A_1) + 2d(A_2, A_6) + d(A_3, A_5)]$$

$$G_C(x, y) = \frac{1}{4} [d(A_7, A_3) + 2d(A_4, A_0) + d(A_5, A_1)]$$

여기서 $G(x, y)$ 는 임의의 점 $C(x, y)$ 의 Sobel 경계선 검출 값이다.

2.2 이진화

Sobel 연산자에 의해 검출된 경계선 검출 값들에 대해서 높은 값으로 나온 값들을 경계선으로, 낮은 값으로 나온 픽셀들에 대해서는 영역의 내부 픽셀로 처리해주는 단계가 필요하다. 이와 같은 배경으로부터 경계선을 검출하기 위해서는 경계선 검출 값들에 대해 영역과 경계선을 구분 지을 수 있는 임계값

결정이 필수적이다. 따라서 임계값을 결정하는 방법이 세 가지로 구분되어 진다[1]. 첫째 이미지 전 구간에 걸쳐 하나의 임계값으로 이진 영상을 만드는 전역적 임계값 결정 방법과, 둘째 이미지 전 구간을 여러 개의 서브 구간으로 나누어 각각의 서브 구간에 맞는 임계값으로 처리하는 지역적 임계값 결정 방법과 마지막으로 각각의 픽셀에 대해 각각의 임계값을 결정하는 다이내믹 임계값 결정 방법이 있다.

본 논문에서는 이미지 전 구간을 여러 개의 서브 구간으로 나누어 각각의 서브 구간에서의 경계선 검출 값들의 편차 정도에 따라 이진 영상을 추출하는 지역적 임계값 결정 방법을 사용하였다. 먼저 하나의 서브 구간만을 고려해서 임계값을 결정할 경우, 때때로 지 못한 경계선이 검출됨으로 이웃하는 서브 구간에 대해서 가중치를 부여[2]해서 임계값을 결정하였다.

S ₁	S ₂	S ₃	1	2	1
S ₄	S ₅	S ₆	2	4	2
S ₇	S ₈	S ₉	1	2	1

[그림 2. 이웃한 블록과 각 블록간의 가중치]

$$W\mu_i = \frac{1}{16} (\mu_1 + 2\mu_2 + \mu_3 + 2\mu_4 + 4\mu_5 + 2\mu_6 + \mu_7 + 2\mu_8 + \mu_9) \quad (\text{식-3})$$

$$W\sigma_i = \frac{1}{16} (\sigma_1 + 2\sigma_2 + \sigma_3 + 2\sigma_4 + 4\sigma_5 + 2\sigma_6 + \sigma_7 + 2\sigma_8 + \sigma_9) \quad (\text{식-4})$$

서브구간 S_i 의 평균과 표준편차를 μ_i, σ_i 라 할 때, $W\mu_i$ (식-3)과 $W\sigma_i$ (식-4)는 각 서브구간에 가중치를 부여한 이웃한 블록의 평균 경계선 검출 값, 평균 표준 편차 값이다. 그리고 서브 블록의 임계값을 T , 이진 영상을 $B(x, y)$ 라고 하였을 때, 이진 영상을 구하는 식은 다음과 같다.

$$T = W\mu_i + \sqrt{\mu_i * \frac{W\sigma_i}{\sigma_i}} \quad (\text{식-5})$$

$$B(x, y) = \begin{cases} 1 & , \quad G(x, y) > T \\ 0 & , \quad \text{그렇지 않으면} \end{cases} \quad (\text{식-6})$$

(식-5)에서 각 서브 구간에서의 임계값은 그

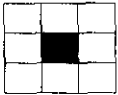
서브 구간에서 표준편차가 클수록 블록 평균에 가까운 값을, 표준 편차가 작을수록 그 블록 평균보다 큰 값을 임계값으로 결정함으로써, (식-6)를 이용하여 객체와 배경을 구분할 수 있는 이진 영상을 추출하였다.

3. 세선화

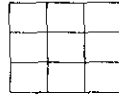
3.1 세선화 전처리

이진화 과정을 거쳐 흰색(영역 내부)과 검정색(객체)으로 분리된 이진 영상이 세선화가 잘 이루어 질 수 있도록 3 x 3 마스크를 적용시켜 영역 내부에서 발생한 노이즈 제거 및 객체 안에서 제거된 픽셀을 복원하였다.

다음과 같이 3 x 3 마스크 내에서 [그림 4]와 같이 주위의 픽셀이 흰색이고, 내부의 픽셀이 검정색일 경우 [그림 5]와 같이 내부의 픽셀을 흰색으로 치환함으로써 단일 객체에 대해서는 노이즈로 판단하여 제거하였다.

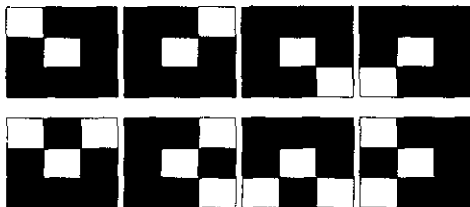


[그림 4]



[그림 5]

[그림 6]은 3 x 3 마스크의 중앙 픽셀 주위의 객체(검정색)가 8방향으로 연결이 되어 있기 때문에 객체의 일부분일 가능성이 높아 흰색의 중앙 픽셀들을 검정색으로 채움으로써 세선화가 원활하게 이루어 질 수 있도록 하였다. 그리고 [그림 7]은 3 x 3 마스크의 흰색의 중앙 픽셀을 검정색으로 채움으로써 객체의 경계선이 매끄럽게 되도록 하였다.



[그림 6. 3 x 3 마스크의 패턴들]



[그림 7. 3 x 3 마스크의 패턴들]

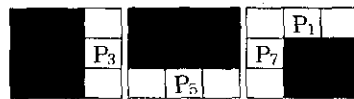
3.2 세선화

검출된 경계선에 대한 임계값을 결정한 후, 이 임계값을 가지고 이진화가 이루어지면 두꺼운 형태의 경계선들이 추출되는데, 이들 경계선들에 대해서 객체의 외곽선 추출을 쉽게 하기 위해서는 단일선으로 만드는 세선화 단계가 필요하다.

본 논문에서 Zhang-Suen 알고리즘[5]을 수정한 병렬 알고리즘을 적용하여 세선화를 수행하였다. [그림 8]에서 픽셀들의 시퀀스가 $P_1P_2P_3 \cdots P_8P_1$ 로 되어 있으면, 이 시퀀스에서 0(흰색)에서 1(검정색)로 전이하는 수가 하나이면 3 x 3 마스크에서 오로지 하나의 연결된 컴포넌트만 존재한다. 따라서 전이의 개수가 1이고, 1-Pass에서 [그림 9]와 같은 패턴이, 2-Pass에서 [그림 10]과 같은 패턴이 나타나게 되면 3 x 3 마스크의 중앙 픽셀은 제거함으로써 단일선이 추출될 때까지 반복 수행한다.

P_8	P_1	P_2
P_7	P_0	P_3
P_6	P_5	P_4

[그림 8. 지역 픽셀 기호]



[그림 9]



[그림 10]

4. 외곽선 검출

세선화 후 객체의 내부 경계선들이 아무리 복잡하게 나타나도 하더라도 이진 영상에 대해서 연결 요소를 생성하여 경계선 외곽선만을 트래킹하여 칼라이미지에서 객체의 내부 경계선들은 무시한 경계선들만을 추출할 수 있게 된다. 이때 외곽선 추출에 불필요한 선들이 검출되지 않도록 트래킹 알고리즘을 적

용하였다.

5. 실험

본 논문은 국립 중앙 박물관에서 발행한 스캔 영상을 칼라 스캐너로 스캐닝하여 256칼라 도자기 영상을 실험 대상으로 하였으며, 칼라 도자기 영상[그림 11]에 대해서 표준편차를 적용시켜 임계값을 결정하여 이진 영상을 추출하고[그림 12], 경계선을 단일선으로 세선화 한 다음[그림 13], 도자기 영상의 외곽선만을 추출하였다[그림 14].

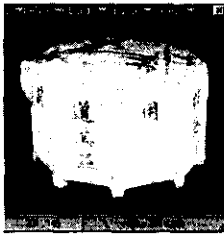
6. 결론

본 논문은 경계 검출 값의 편차 정도에 따라 임계값을 결정하여, 내용 기반 이미지 검색 시스템이나, 인식 시스템에서 특징 벡터로 사용하고 있는 외곽선만을 추출하였다. 특히 외곽선 검출 과정에서 외곽선 연결이 떨어짐으로써 외곽선을 검출하는데 심각한 악영향을 미치게 되었다. 따라서 빛과 같은 주변 환경의 영향으로 입력 영상에 노이즈가 있을 경우 객체의 외곽선이 폐구간 형태가 나오지 못하는 외곽선을 볼 수 있었다. 따라

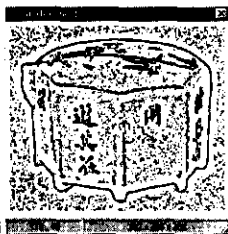
서 개방된 형태의 외곽선이 추출되었을 경우 폐구간 형태로 만들 수 있는 연구가 이루어져야 할 것이다.

참고 문헌

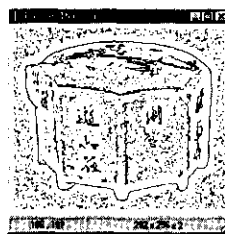
[1] Joan S. Weszka, "A survey of Threshold Selection Techniques", Computer Graphics and Image Processing, 259-265, July 1978
 [2] John C. Russ, "The Image Processing Handbook", second edition.
 [3] Ramesh Jain, Rangachar Kasturi, Brian G. Schunck, "Machine Vision"
 [4] 윤 후병, 안 동언, 정 성중, "공간적 특성과 히스토그램을 이용한 칼라 영상의 영역 분할", 정보과학회 논문지(A), 398-404, 제 24권 제 4호 1997년 4월
 [5] T. Y. Zhang and C. Y. Suen, "A Fast Parallel Algorithm for Thinning Digital Patterns", Comm. ACM, vol 7, no 3, Mar. 1984
 [6] 한국의 미 시리즈, 중앙일보 계간 미술, 1996



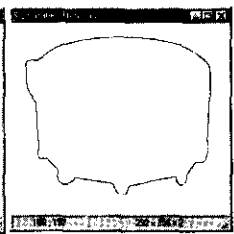
[그림 11]



[그림 12]



[그림 13]



[그림 14]

자격증 우편