

칼라 분포 특성에 기반한 객체 영상 및 비객체 영상의 분류 방법

박소연*, 김성영**, 김민환*

* 부산대학교 컴퓨터공학과

** 창원전문대 멀티미디어과

Classification of Object and Non-object Images Based on Color Distribution

SoYeon Park*, SungYoung Kim**, MinHwan Kim*

* Dept. of Computer Engineering, Pusan National University

** Dept. of Multimedia, Changwon College

요 약

의미 있는 객체가 영상에 포함되어 있는지를 판단하여 영상을 객체 및 비객체 영상으로 분류함으로써 영상 검색이나 효과적인 영상 데이터베이스 구축 등에 유용하게 활용 가능하다. 이에 본 논문에서는 영상 유형에 따른 특징을 분석하여 영상 분류를 위한 기준을 선정함으로써 입력 영상을 객체 및 비객체 영상으로 분류할 수 있는 방법을 제안한다. 일반적으로 객체는 주로 영상의 중심 부근에 위치하고 주변과는 상이한 칼라 특징으로 표현되므로, 영상 중심 부근에 주로 위치하는 칼라의 분포 정보를 영상 분류의 기준으로 사용하였다. 또한 객체 추출 방법[4]을 적용하여 추출된 객체와 배경 사이의 공유 경계에서 발생하는 경계 강도 정도를 활용하였다. 코렐 CD에서 무작위로 선택된 800장의 영상에 대해 제안된 기준을 적용하여 분류한 결과 약 80%의 분류 정확도를 얻었다.

1. 서론

영상 내용을 핵심적으로 표현할 수 있는 중요한 객체가 포함된 영상의 경우에는 이를 객체들을 추출하여 검색에 활용함으로써 검색 성능을 향상시킬 수 있다. 예를 들어 초원을 거닐고 있는 호랑이가 포함된 영상의 경우 호랑이가 영상의 내용을 대표한다. 이 호랑이를 추출하여 사용함으로써 사용자는 보다 효과적인 검색 질의에 대한 표현이 가능하여 자신의 요구에 부합되는 검색 결과를 용이하게 얻을 수 있다. 또한 객체 추출은 영상 분류에도 유용하게 활용될 수 있다. 검색 성능의 향상을 위해 자동화된 방

법으로 영상들을 미리 정해진 의미 있는 영상 그룹으로 분류(classification)하여 영상으로부터 직접 의미적 특징 정보를 추출하는 접근 방법들이 개발되고 있다[1,2]. 그런데 이 방법들은 실내/실외, 도심/경치, 석양/산·숲, 산/숲 영상의 그룹핑과 같이 의미 있는 객체가 포함되지 않는 비객체 영상들을 대상으로 분류하고 있다. 하지만 자연물/인공물(natural object/artificial object) 영상의 분류와 같이 객체 영상에 대한 효과적인 분류를 위해서는 객체 추출과정이 선행되어야 한다. 그런데 영상으로부터 객체를 추출하기 위해서는 영상의 객체 포함 여부를 판단하는 과정이 필요하다. 객체가 포함되지

않은 영상으로부터 객체를 추출한다면 의미 없는 영역이 객체로 추출될 수도 있기 때문이다[3]. 또한 영상의 객체 포함 여부를 판단하여 영상을 객체 영상과 비객체 영상으로 분류할 수 있다면 검색 성능의 향상에도 도움이 된다. 예를 들어 객체 영상의 경우에는 객체를 추출하여 검색에 활용하고, 비객체 영상의 경우에는 영상을 분할하여 영역 단위로 특징을 표현하여 검색에 활용하는 차별화 된 접근 방법을 적용하는 것이 가능하다.

이에, 본 논문에서는 의미 있는 객체를 포함하는 영상과 자연 경관과 같이 객체를 포함하지 않는 영상을 자동으로 구분할 수 있는 방법을 개발하였다. 의미 있는 객체는 주로 영상의 중심 부근에 위치하며 영상의 경계 주변 영역과는 차별되는 칼라 및 텍스쳐로 구성되므로[3] 영상의 중심 부근에서 특이하게 분포하는 칼라의 특성을 활용하여 영상을 분류할 수 있는 두 가지 기준을 선정하였다. 또한 특이 칼라의 분포에 따라 선택된 객체의 경계 위치에서 경계 강도를 사용하여 영상 분류를 위한 기준을 선정하였다. 선정된 기준을 조합하여 객체 및 비객체 영상을 최종 분류하도록 한다.

2. 객체 및 비객체 영상 분류

2.1 영상분류를 위한 기준 선정

본 논문에서는 영상의 중심 부근에 비교적 큰 크기를 가지며 위치하고, 영상의 가장 자리 영역과는 차별되는 칼라 및 텍스쳐로 구성되며 경계 위치에 비교적 강한 경계 성분을 갖는 영역의 집합을 의미 있는 객체로 간주한다[3]. 이런 객체의 특징을 활용하여 의미 있는 객체를 포함하는 객체 영상을 비객체 영상과 구분하기 위해 다음과 같은 분류 기준을 선정하였다.

(1) 중심 영역의 칼라 분포 특이성

객체가 존재하는 경우 영상 중심 부근에는 주변 영역과 상이한 특징을 갖는 칼라들이 분포하게 된다. 반면 객체가 존재하지 않는 경우 영상 중심 부근의 칼라 분포는 주변 영역과 유사하다. 따라서 주변 영역과는 대비되면서 중심 영역에 분포하는 칼라들은

객체를 구성하는 칼라일 가능성이 높다. 본 논문에서는 이런 칼라들을 특이 칼라로 명명한다. 특이 칼라는 [수식 1]과 같이 정의한다[3]. 여기서 $C_{DAW}(c_i, c_j)$ 및 $C_{BR}(c_i, c_j)$ 는 각각 초기 관심창의 코릴로그램(C_{DAW}) 및 주변 영역의 코릴로그램(C_{BR})의 번째 행과 번째 열에 해당되는 칼라(c_i, c_j)의 누적 개수이다. 초기 관심창은 영상 중심을 기준으로 영상 크기의 25%에 해당되는 영역으로 설정하고 이 창의 바깥 영역을 주변 영역으로 설정한다.

$$\frac{C_{DAW}(c_i, c_j) - C_{BR}(c_i, c_j)}{C_{DAW}(c_i, c_j)} \geq 0.1 \quad (1)$$

특이 칼라의 분포 정도를 사용하여 객체의 포함 여부를 판단할 수 있다. 객체가 존재하는 경우에는 특이 칼라가 영상 중심 부근에 높게 분포하며, 객체가 포함되지 않은 경우에는 특이 칼라가 거의 존재하지 않는다. 따라서 객체 및 비객체 영상을 분류하기 위한 첫 번째 기준을 [수식 2]와 같이 정의한다.

$$CS = \frac{\sum \sum \max(C_{DAW}(c_i, c_j) - C_{BR}(c_i, c_j), 0)}{\sum \sum C_{DAW}(c_i, c_j)} \quad (2)$$

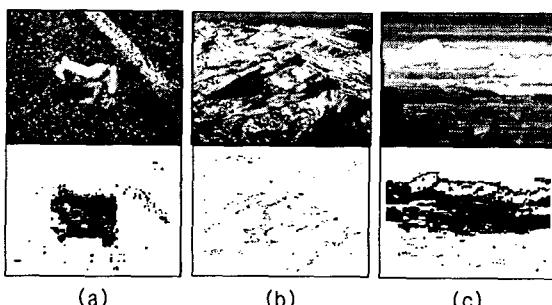
[그림 1]은 객체 및 비객체 영상에 대한 특이 칼라 픽셀의 분포를 나타낸다. 그림에서 알 수 있듯이 객체 영상은 특이 칼라 픽셀이 주로 중심 영역에 분포한다. 반면 비객체 영상은 낮은 특이 칼라 픽셀의 분포를 갖는다. [그림 1(a), (b)]의 CS 는 각각 0.445 및 0.015로서 객체 영상의 경우에 보다 높은 값을 갖는다는 것을 알 수 있다.

(2) 특이 칼라 픽셀의 공간적 분포 특성

비객체 영상이라고 하더라도 [그림 1(c)]와 같이 높은 특이 칼라 분포를 갖는 경우도 발생한다. 하지만 높은 특이 칼라 픽셀 분포를 갖는 비객체 영상이라도 이 픽셀들의 공간적 분포를 살펴보면 객체 영상과는 차이가 발생한다. [그림 1(a)]과 같이 의미 있는 객체가 존재하는 경우에는 특이 칼라 픽셀들이 일정 영역 내에 집중된다. 반면 비객체 영상에서는 [그림 1(c)]와 같이 특이 칼라 픽셀들이 영상에 넓게 퍼져 분포하는 특징이 있다. 따라서 특이 칼라 픽셀들의 분포 특성을 조사함으로써 높은 특이

칼라 픽셀 분포를 갖는 비객체 영상이라도 객체 영상과 구분이 가능하게 된다. 이에 본 논문에서는 [수식 (3)]과 같이 특이 칼라 픽셀들의 수평 및 수직 방향의 분산중의 최대값을 사용하여 객체 및 비객체 영상을 분류하기 위한 기준으로 사용한다. m_x 및 m_y 는 각각 특이 픽셀들의 수평 및 수직 평균이고, P_x 및 P_y 는 특이 픽셀의 수평 및 수직 좌표이다. W 및 H 는 영상의 수평 및 수직 길이이며 N 은 특이 픽셀의 총 개수이다.

$$\begin{aligned} V_x(SP) &= \frac{\sum((P_x - m_x)^2 / W)}{N} \\ V_y(SP) &= \frac{\sum((P_y - m_y)^2 / H)}{N} \\ V(SP) &= \max(V_x(SP), V_y(SP)) \end{aligned} \quad (3)$$



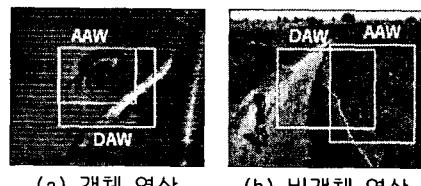
[그림 1] 영상에 따른 특이 칼라 픽셀의 분포 특성

(3) 추정된 객체의 위치 정보

특이 픽셀을 이용하여 초기 관심창의 위치와 크기를 재설정함으로써 객체의 위치 추정이 가능하다. 특이 픽셀들에 대해 모포로지(morphology)의 클로징 및 오프닝 연산을 수행하고 연결 요소(connected component)를 생성한 후 가장 큰 연결 요소를 둘러싸는 최소 사각형을 적응적 관심창으로 선정한다. 적응적 관심창은 객체가 존재할 경우 객체의 위치를 효과적으로 표현한다[3].

의미 있는 객체의 경우 영상의 중심 부근에 주로 위치하므로 [그림 2(a)]처럼 적응적 관심창은 초기 관심창과 높은 비율로 중첩된다. 반면 비객체 영상에서 선택된 적응적 관심창은 의미 없는 영역이 객체로 추정됨에 따라 [그림 2(b)]와 같이 영상 가장자리로 치우쳐 존재하는 경우가 많다. 따라서 초

기 관심창과 적응적 관심창의 중첩 비율을 영상 분류의 기준으로 사용한다.



(a) 객체 영상 (b) 비객체 영상

[그림 2] 관심창의 중첩 비율

(4) 추출된 객체의 경계 강도

영상 분할된 영역 중에서 특이 픽셀이 높은 비율로 분포하는 영역들을 병합하여 객체로 추출할 수 있다[4]. 의미 있는 객체인 경우 객체로 추출된 영역은 [그림 3]의 위쪽 행과 같이 배경과의 경계에서 높은 경계 강도를 갖게 된다. 반면 비객체 영상에서는 [그림 3]의 아래쪽 행과 같이 점진적으로 변화하는 영역의 일부와 같이 뚜렷한 경계가 없는 영역이 객체로 선택되는 경우가 발생한다. 이에, 본 논문에서는 추출된 객체의 배경에 대한 경계 강도를 영상 분류를 위한 마지막 기준으로 사용한다. 추출된 객체의 경계 강도는 [수식 4]로 정의된다. ∇f_i 는 객체 경계 픽셀의 경계 강도이고 N 은 경계 픽셀의 총 개수이다. [그림 3]의 두 영상에서 추출된 객체 영역의 $E(CO)$ 는 각각 210.5와 29.2의 큰 차이를 보이는 경계 강도를 가진다.

$$E(CO) = \frac{\sum_i \nabla f_i}{N} \quad (4)$$



(a) 원본영상 (b) 추출된 객체 (c) 객체경계강도

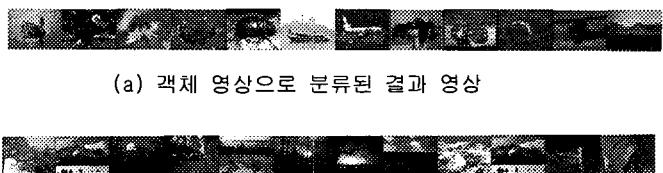
[그림 3] 객체 경계에서의 경계 강도 특성

2.2 영상 분류

입력 영상은 설정된 분류 기준을 사용하여 [그림 4]의 흐름에 따라 분류된다. 우선 중심 영역의

칼라 분포 특이성을 사용하여 임계값(t_{CS}) 이하인 영상들은 비액체 영상으로 분류한다. 임계값 이상의 영상들에 대해서는 초기 관심창과 적응적 관심창의 중첩 비율이 임계값(t_{SP}) 이하인 영상은 비액체 영상으로 분류하고 임계값 이상인 영상들은 다시 특이 칼라 픽셀의 공간적 분포 특성과 추출된 객체의 경계 강도를 사용하여 최종 분류한다. KSA 가 임계값 t_{SP} 이하이고 ACO 가 임계값 t_{AO} 이상이면 객체 영상, 그 외는 비액체 영상으로 최종 분류한다.

될 수 있을 것으로 예상한다.



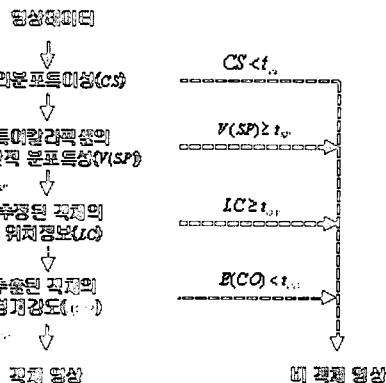
(a) 객체 영상으로 분류된 결과 영상

(b) 비액체 영상으로 분류된 결과 영상

[그림 5] 영상 분류 결과

4. 결론

본 논문에서는 객체 영상과 비액체 영상을 자동으로 분류하는 방법을 제안하였다. 이를 위해 객체 영상과 비액체 영상의 특징을 분석하여, 영상 분류의 기준을 설정하였다. 제안된 방법은 영상 검색의 성능 향상이나 객체를 자동 추출하는 과정의 이전 단계에서 영상 분류를 위해 사용 가능하다. 객체의 자동추출은 영상에 의미 있는 객체를 포함하는 경우에 의미를 가지며, 비액체 영상에 적용하여 객체를 추출할 경우 의미 없는 영역이 객체로 추출될 가능성이 크다. 따라서 영상 분류를 통해 객체 영상을 선정함으로써 유용한 객체의 추출이 가능하다.



[그림 4] 분류 흐름도

3. 실험 결과 및 토의

코렐 Gallery CD에서 무작위로 선정한 800개의 영상을 대상으로 영상 분류 실험을 수행하였다. 각 분류 기준을 위한 임계값은 실험적으로 결정하였으며 t_{CS} , t_{SP} , t_{AO} , t_{LC} 은 각각 0.15, 0.4, 0.05, 110으로 설정하였다. 각 기준을 적용하여 영상을 분류한 결과 79.6%의 분류 정확도를 얻었다. [그림 5]는 객체 및 비액체로 분류된 결과 영상을 보여준다. 의미 있는 객체를 포함하는 영상과 그 외의 영상들이 비교적 적절하게 분류된 것을 확인할 수 있다. 분류 결과를 보다 구체적으로 살펴보면 객체 영상임에도 불구하고 비액체 영상으로 분류된 경우가 반대 경우에 비해 많이 발생하였다. 이는 객체가 배경과 유사한 칼라로 구성되어 특이 칼라 픽셀을 제대로 선정하지 못하거나 객체 영역이 부정확하게 선택된 것에 기인하고 있다. 객체 추출을 위한 특이 칼라 픽셀의 선정 방법을 개선함으로써 영상 분류의 성능을 향상시

[참고문헌]

- [1] A. Vailaya, M. A. T. Figueiredo, A. K. Jain, and H. J. Zhang, "Image classification for content-based indexing," *Trans. on Image Processing*, vol. 10, no. 1, pp. 117-130, Jan. 2001.
- [2] M. Szummer and R. W. Picard, "Indoor-outdoor image classification," *IEEE Int'l Workshop Content-Based Access Image Video Databases*, pp. 42-51, Jan. 1998.
- [3] S. Kim, S. Park, and M. Kim, "Central Object Extraction for Object-Based Image Retrieval," *2nd International Conference CIVR2003*, pp. 39-49, Jul. 2003.
- [4] 김성영, 객체 기반 영상 검색을 위한 중심 객체의 자동 추출, 박사 학위 논문, 부산대학교 컴퓨터 공학과, 2003.