

영상구도에 근거한 영상내의 주요객체 자동추출 기법

Automatic Extraction of Major Object in the Image based on Image Composition

강선도*, 유현우**, 신영근*, 장동식*
고려대학교 정보경영공학부*, 연세대학교 컴퓨터과학과**

Seon-Do Kang(ksd2401@daum.net)*, Hun-Woo Yoo(paulyhw@yonsei.ac.kr)**,
Young-Geun Shin(toctop@korea.ac.kr)*, Dong-Sik Jang(jang@korea.ac.kr)*

요약

본 논문에서는 새로운 주요객체 자동추출 알고리즘을 제안한다. 제안된 알고리즘은 크게 2단계 과정으로 요약될 수 있다. 1단계로 객체와 배경을 분리하는 영상분할 작업을 수행한다. 우선적으로 '인간은 3또는 4개의 주요 색상으로 축약하여 사물을 인식 한다'는 연구 결과에 따라 K-means 알고리즘을 이용하여 3구역으로 분할하고, 분할된 영상 간 히스토그램 유사도를 계산하여 임계값 이상으로 유사하면 병합하는 과정을 수행 한다. 2단계로 영상구도에 근거해 분할된 영상 중에 객체라고 지정하는 작업을 수행한다. 사람이 사진을 잘 찍기 위해서는 '주요객체의 위치를 영상구도에 맞추어 촬영하는 것이 바람직하다는 사실'에 근거하여 삼각구도를 바탕으로 가중치 마스크를 설계하여 객체위치를 역 추정하였다. 제안된 방법의 우수성을 보이기 위해 약 400개의 영상에 대해 실험하였으며, 최근에 발표된 KMCC, GBIS 방법과도 비교하였다.

■ 중심어 : | 객체추출 | 히스토그램 유사도 | 영상 구도 | 가중치 마스크 |

Abstract

A new algorithm for automatic extraction of interesting objects is proposed in this paper. The proposed algorithm can be summarized in two steps. First, segmentation of color image that split interesting objects and backgrounds is performed. According to the research stating, 'Humans perceive things by contracting color into three to four essential colors,' a color image is segmented into three regions utilizing k-mean algorithm, followed by annexing the regions when the similarities of them exceeds the critical value based on the calculation of degrees in the histogram similarity. Second, identifying the interesting objects out of the segmented image, partitioned by the image composition theory, is performed. To have a good picture, it is important to adjust positions of interesting objects according to picture composition. Extracting objects is a retro-deduction process using a weighted mask designed upon the triangular composition of picture. To prove the quality of the proposed method, experiments are performed over four hundreds images as well as comparison with recently proposed KMCC and GBIS methods.

■ keyword : | Extraction of Object | Similarity of Histogram | Component of Image | Mask of Weighting |

* 본 연구는 2007년도 두뇌한국 21 사업에 의하여 지원되었습니다.

* 본 연구는 정보통신부 및 정보통신 연구진흥원의 대학 IT 연구센터 지원사업의 연구결과로 수행되었습니다.
(IITA-2006-(C1090-0603-0025))

* 본 연구는 정보통신부 및 정보통신 연구진흥원의 IT 신 성장 동력 핵심기술개발사업의 일환으로 수행하였습니다.
[2007-S019-01. 정보투명성 보장형 디지털 포렌식 시스템 개발]

I. 서론

컬러영상에서 주요객체(Object of Interesting)를 추출하는 것은 영상처리 분야의 주요부분 중 하나이다. 영상이 내포하고 있는 색상, 질감, 위치 등의 특징들 중에서 동질적인 부분을 기준으로 집합들로 나누어서 가장 중심이 될 수 있는 집합을 주요객체라고 할 수 있다. 추출된 주요객체는 내용기반 영상검색, 영상압축, 의료 영상해석, 군사분야 등 다양한 응용분야에 이용된다.

영상에서 주요객체를 추출하는 것은 난이한 작업으로 모든 영상에 적용 가능한 알고리즘을 구현한다는 것은 많은 어려움이 따른다. 왜냐하면 영상에 포함된 객체는 유사한 색상으로 구성되는 경우도 있지만 다양한 색상, 형태와 질감으로 구성되는 경우도 많으며 다수의 객체가 존재하거나 특별히 나타낼 수 없는 영상도 있기 때문이다. 또한 가장 어려운 점으로 객체의 정의가 사람마다 다를 수 있다.

일반적으로 객체를 추출하기 위해서는 영상분할 작업이 선행 되어야 한다. 영상분할 방법에는 영역기반 방법(Region Based Method), 임계값을 이용한 방법, 에지 기반 방법, 그리고 여러 알고리즘을 혼합한 방법 등이 있다. 영역기반 방법 [1][2]은 동일 영역은 색상, 질감 통계값 등이 유사하다는 영상특징을 이용하고, 임계값을 이용한 방법 [3][4]은 어떤 일정 영상특징 값을 기준으로 영역을 분류하는 방법이다. 에지(Edge) 기반 방법 [5][6]은 객체 사이의 에지에서 화소의 변화가 심하다는 가정을 이용한다.

영상분할 후에는 주요객체를 자동 [7-9] 또는 반자동 [10-12]으로 추출하여야 한다. 자동으로 주요객체를 추출하는 방법 중 Kim [7]과 Won 등[8]은 Low DOF (Depth-of Field)영상에서 객체를 추출하는 연구를 수행하였다. 'Low DOF 영상의 특성상 객체는 고주파 영역, 배경은 저주파 영역으로 분리 될 수 있다'는 특성을 이용하였다. 즉 푸리에 변환 또는 와이블렛 변환 후 고역통과 필터(high Pass Filter)를 사용하여 저주파 지역을 제거 하고 고주파 지역을 보존하여 객체를 추출 하였다. 분리하는 과정에서 발생하는 작은 영역의 노이즈를 제거하기 위한 방법으로 모포로지 기법을 사용하였

다. 이 방법들은 객체를 강조하기 위하여 배경이 블러링(Blurring)된 영상에 대하여 적용 할 수 있는 기법으로 일반적인 영상에 적용하기에는 무리가 따른다. Lu 와 Guo [9]은 내용기반영상 검색에서 전역적인 영상특징을 사용하는 데서 발생하는 문제점을 보완하기 위하여 객체추출에 관한 연구를 하였다. 영상의 직접적인 특징은 객체에 주로 내포되어 있기 때문에 위치적 분석을 통해 배경을 제거하고 객체를 추출하는 방법을 제안하였다. 따라서 내용기반 영상검색에 배경으로 인한 부정적 요소로 작용하는 오류를 수정 할 수 있었다.

반자동 객체추출 방법 [10-12]은 사람마다 다른 인지적 요소로 인하여 발생하는 객체에 대한 정의를 보완하기 위하여 인위적 요소가 추가된 방법이다. 주요객체를 추출하는 과정에서 사용자가 임의로 의미 있는 주요객체를 지정해주는 작업이 수행되었다. 객체 추출 정확도는 높으나 자동을 요구하는 내용기반영상 검색이나 빠른 결과를 요구하는 작업에서는 비효율적인 요소로 작용한다. 결국 대용량의 영상 데이터베이스에서 객체를 추출하기 위해서는 반자동 객체추출 방법보다는 자동화된 객체추출 방법이 필요하다.

따라서 본 연구에서는 객체가 존재하는 일반 영상에 대하여 주요 객체에 대한 정의와 영상구도에 근거한 새로운 주요객체 자동추출 알고리즘을 제안한다. 제안된 알고리즘은 영상을 분할하는 알고리즘이 아니라 영상에 내포되어 있는 객체를 추출하는 알고리즘이다.

본 논문의 구성은 다음과 같이 구성된다. 2장에서는 K-means알고리즘에 의한 영상분할과 분할된 영상 간 히스토그램 유사도에 의한 병합과정을 서술하고, 3장에서는 객체에 대한 정의와 영상구도에 근거한 가중치 마스크를 통해 주요객체를 추출하는 과정을 서술한다. 4장에서는 제안한 알고리즘을 다양한 영상에 대하여 실험 및 분석하고, 5장에서 결론을 맺는다.

II. 영상분할

컬러영상에서 관심영역 (Region of Interesting)을 추출하기 위해서는 객체와 배경을 분리하는 분할 과정이

선행 되어야 한다. K-means 알고리즘은 가장 가까운 양자화된 중심을 찾는 과정으로 객체 분할이 가능한 알고리즘 중 하나이다 영상을 분할하기 위해 K-means 알고리즘을 사용하여 3구역으로 분할하였다.

영상처리 분야에서 사용되는 색 모델은 여러 가지가 있지만 CIE La*b* 모델은 영상의 색상 성분을 처리하는 과정에서 밝기성분(Luminance)에 영향을 받지 않으면서 처리 할 수 있는 장점이 있다. 즉, La*b* 3차원에서 a*, b* 성분만의 2차원에서 영상처리가 가능하다. 따라서 본 논문에서는 La*b* 모델의 a*, b*을 사용하여 영상을 3구역으로 분할하였다. 3구역으로 분할 한 이유는 인간은 3~4개의 주요색상 (Major Color)으로 영상을 인식하는 경향[13][14]이 있다는 연구 결과와 영상을 과도한 구역으로 분할 시 주요객체가 분산되는 결과를 초래할 수 있기 때문이다. [그림 1(b, c, d)]은 원영상 [그림 1(a)]을 K-means 알고리즘을 이용하여 3구역으로 분할한 결과를 보여준다.

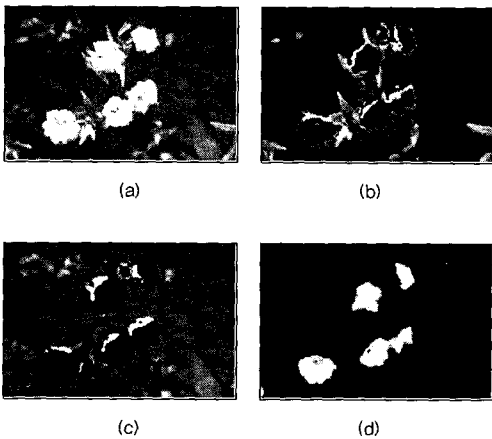


그림 1. 영상을 3구역으로 분할한 결과: (a) 원영상 (b) 1구역 (c) 2구역 (d) 3구역

보통 영상들은 객체와 배경의 2구역으로만 단순하게 나타낼 수 있는 경우가 많다. 따라서 필요 이상으로 과분할된 영상을 병합할 필요가 종종 발생한다. 본 논문에서는 색상의 빈도수를 나타내는 히스토그램 유사도를 통하여 이 과정을 수행한다. [그림 1]의 (b) 1구역과 (d) 3 구역이 필요 이상으로 과분할 되었음을 보여준다. 따라서 각 구역 간 히스토그램 유사도 [표 1]를 비교하

여 임계값 0.86을 기준으로 병합과정을 수행하였다. [그림 2(a)]은 [그림 1]의 (b) 1구역과 (d) 3구역이 병합되어 원영상이 2구역으로 최종 분할되었음을 보여준다.

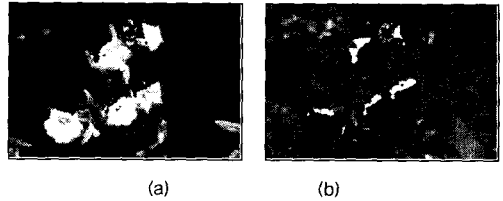


그림 2. 히스토그램 유사도에 의한 병합 결과: (a) 그림 1의 (b) 1구역과 (d) 3구역 병합 (b) 2구역

표 1. 구역간 히스토그램 유사도를 비교한 결과

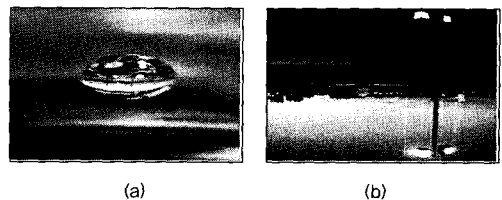
| 비교 | 1-2구역 | 1-3구역 | 2-3구역 |
|------|-------|-------|-------|
| 유사도 | 0.76 | 0.96 | 0.73 |
| 합병여부 | X | O | X |

III. 객체인식

1. 객체 정의와 가중치 마스크

본 논문에서는 영상에 포함된 주요객체에 대한 정의를 영상구도 [그림 3]를 이용하여 중앙 하단에 일정량의 영역을 차지하고 있는 관심영역 (Region of Interest)으로 하였다.

객체 위치를 영상구도 (Composition) 측면에서 살펴보면 가장 일반적인 구도는 영상 중앙에 위치시키는 원형구도 [그림 3(a)], 화면의 상하좌우를 나누어 대칭되는 효과를 주는 대칭구도 [그림 3(b)], 영상 아래쪽에 무게를 두어 안정감이 느껴지는 삼각형구도 [그림 3(c)], S자형구조 [그림 3(d)], 수평 및 수직 구도 [그림 3(e, f)] 등이 있다.



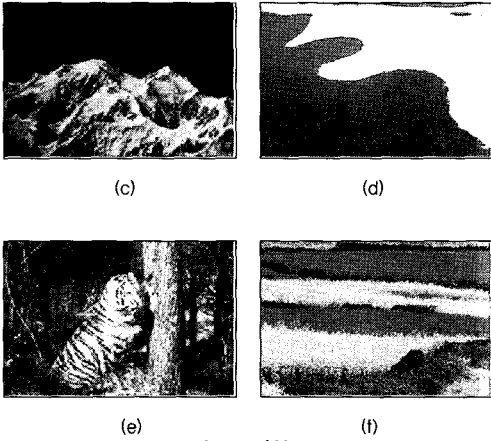


그림 3. 영상구도

Ha [15]의 연구에 의하면 영상의 가로 크기를 m , 세로 크기를 n 으로 표시했을 때, 객체의 위치는 영상을 3등분($m/3, n/3$)으로 나누는 임의의 수직선과 수평선이 교차하는 지점에 위치하며 9등분($m/9, n/9$)했을 때 외곽과 접하게 위치해서는 안 된다. 따라서 사진촬영의 일반원리 및 삼각구도 [그림 3(c)]를 기반으로 영상 내에 있는 객체탐지를 위하여 영상의 외곽에는 마이너스 (-3, -2) 가중치, 중심에는 플러스(1) 가중치, 외곽과 객체 사이에는 중립지대(0)를 설정한 [그림 4]와 같은 가중치 마스크를 제안한다.

이때 상단, 좌우, 중앙, 하단의 가중치를 다르게 부여한 이유는 사진촬영 원리와 삼각구도에 따른 결과이다. 삼각구도는 원형구도 및 타 구도와 일정부분 일치하는 경향이 있다. 가중치 마스크는 분할된 원영상에 대하여 배경과 객체로 판정하는 효과를 나타낸다. 또한 위치적으로 상단에 있는 객체 보다는 하단에 있는 객체를 주요객체로 판정할 가능성이 높다.

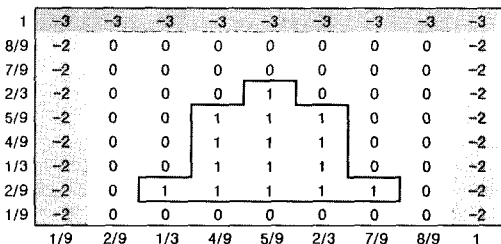


그림 4. 가중치 마스크

2. 구역별 이진영상 변환

2장에서 영상을 3구역으로 분할 후, 병합과정을 수행하여 2구역으로 분할하였지만 어느 구역이 관심 영역 또는 객체인지 컴퓨터가 구별하기 어렵다. 따라서 [그림 2]의 2개의 분할영상에 대하여 임계값 0.09를 사용하여 이진영상[그림 5]으로 변환 후 가중치를 부여한 마스크를 각각에 적용하여 결과값이 가장 큰 영상을 관심 영역 또는 객체 영상이 포함된 영상으로 선택한다.

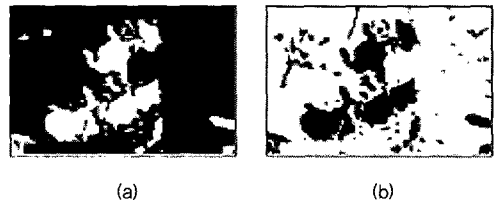


그림 5. 각 구역 영상에 대한 이진영상:
(a) 1, 3구역 이진영상, (b) 2구역 이진영상

마스크를 사용하면 [표 2]처럼 최대값이 8107인 [그림 5(a)] 1구역과 3구역이 병합된 이진영상이 관심영상으로 선택되었다. [표 2]에서 2구역 이진영상은 음수 결과값을 나타내는데 이는 영상의 배경으로 가중치 마스크의 음수 지역에 많이 위치하고 있음을 의미한다.

표 2. 가중치 마스크 적용 후 결과값에 따른 관심영상

| 비고 | 1,3구역이진영상 | 2구역 이진영상 |
|------|-----------|----------|
| 결과값 | 8107 | -11816 |
| 관심영상 | O | X |

3. 주요객체 추출

만약 관심영상으로 선정된 구역영상에서 객체 수가 2개 이상이면 객체의 개수를 n 이라고 했을 때 [그림 6]과 같이 각각의 객체에 대하여 가장 큰 영역 순으로 1번부터 n (19)번까지 지정하여 구별한다. 이때, 마스크의 음수(좌측외곽, 우측외곽, 상단)에 접하지 않는 구역으로 가장 많은 화소를 가지는 영역을 주요객체로 추출한다. [그림 6(a)]는 주요영상을 이진화 하여 각 객체에 번호를 지정한 결과이다. [그림 6(b-e)]는 가장 큰 영역 순서 별로 4개의 객체를 나타내었으며 [그림 6(c, d)]는 음

수지역과 접하고 있어 비교 대상에서 제외된다. 각 객체 중 최대값 [표 3]을 가지는 번호[그림 6(a)]의 4번을 주요객체 [그림 6(b)]로 선택 하였다.

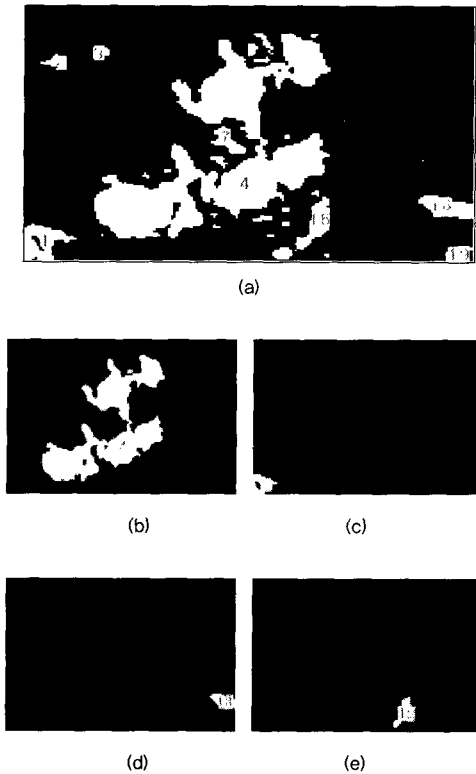


그림 6. 각각의 객체에 대한 구별:
(a) 번호지정(Labeling) (b) 마스크 음수 지역에 접하지 않는 영역 중 가장 큰 영역 (c-d) 음수지역에 접합 (e) 음수지역 외의 객체

[그림 7(b)]는 주요객체[그림 7(a)]를 원영상에서 추출한 결과이며 [그림 7(c)]는 주요객체를 제거한 나머지 배경 영상이다.

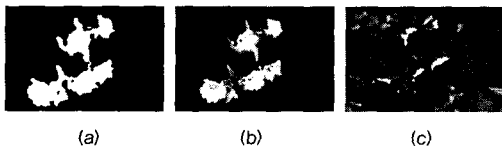


그림 7. 최종 객체 추출 결과:
(a) 최종 주요객체 (b)최종 주요객체 컬러영상
(c) 최종 주요객체 컬러영상을 제외한 배경영상

표 3. 큰 영역 순서별 화소 개수

| | | | | | |
|-----|-------------|-----|-----|-----|----|
| 비교 | 4 | 1 | 18 | 15 | 7 |
| 결과값 | 3272 | 231 | 160 | 149 | 82 |
| 최대값 | 3272 (4 영역) | | | | |

[그림 8]는 상기의 과정을 자세하게 설명하고 있다.

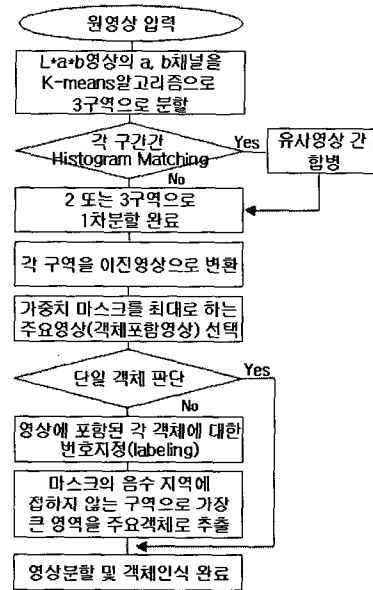
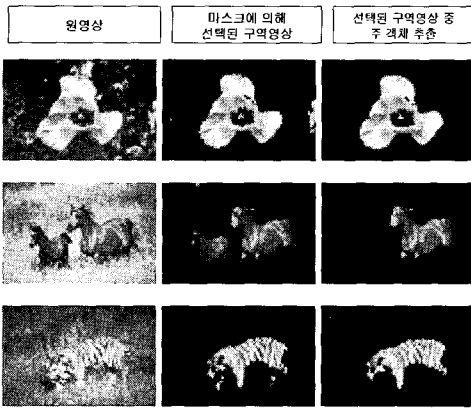


그림 8. 영상분할 및 객체 인식 절차

IV. 실험 및 분석

제안된 알고리즘을 성능을 확인하기 위하여 펜티엄 PC에서 Matlab 소프트웨어를 사용하였으며, 시험영상으로는 독수리, 비행기, 장미, 들꽃, 말, 해동이 영상 등의 약 400개의 영상이 사용되었다.

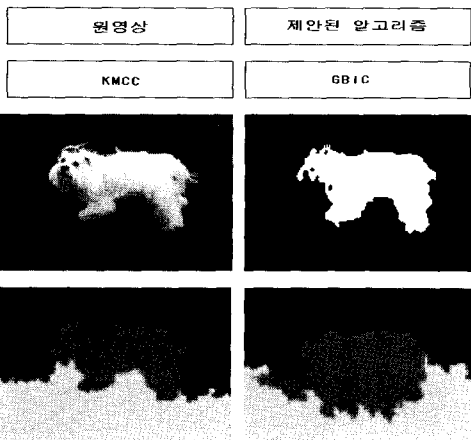
[그림 9]는 명확한 객체가 존재하는 영상에 실험한 결과를 보여준다. 복잡한 배경을 가진 영상이라도 객체와 배경이 완전히 분리되어 사람이 손쉽게 객체라고 인식할 수 있는 영역이 추출되었다. 영상 내에 다수의 객체가 포함되어 있을지라도 주요객체 하나 만이 추출되었음을 확인 할 수 있다.



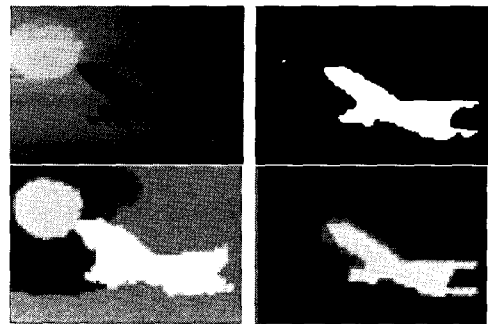
(a) (b) (c)

그림 9. 양호한 객체 추출 결과:
(a) 원영상 (b) 구역분할 후 마스크에 의해 선택된 영상 (c) 최종 추출된 단일 객체 영상

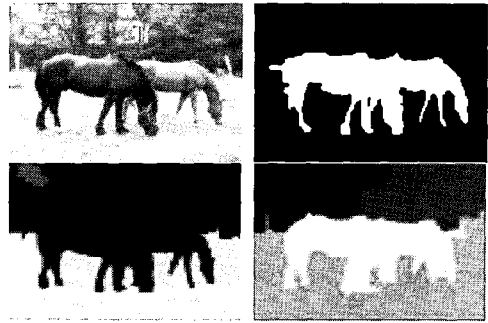
[그림 10]은 객관적 평가를 위하여 제안된 알고리즘과 최근에 개발된 Graph-Based Image Segmentation (GBIS)[16], K-means Connectivity Constraint (KMCC)[17] 의 비교 결과를 보여준다. 객체를 포함하고 있는 구역 영상 중에서 알고리즘에 의해 객체라고 할 수 있는 영역을 둘째 열과 같이 추출 하였다. 서로간 유사한 결과를 나타내고 있으나 제안된 방법은 타 알고리즘의 결과와는 다르게 영상을 대표 할 수 있는 객체가 분할되었다.



(a)



(b)



(c)

그림 10. 객체 분할 결과:
(a) 개 (b) 비행기 (c) 말

[그림 11]은 미흡한 객체 추출 결과를 보여준다. 호랑이 영상 [그림 11(a)]은 영상에 내포된 객체를 사람의 인지적 요소로 명확하게 추출할 수 있지만 실제로는 객체가 다양한 질감과 색상으로 구성되어 있었다. 따라서 K-means 알고리즘에 의한 3구역으로 분할 시 객체가 타 영역으로 분산되었으며 히스토그램 유사도에 의해서도 병합되지 못하였다. 일몰 영상 [그림 11(b)]에서는 가중치 마스크에 의해 주요객체로 식별되었으나 객체의 크기가 작을 때 유사한 다른 객체를 추출 하는 경우가 발생하였다. 또한 삼각구도에 기초한 가중치 마스크가 포함 할 수 없는 영상도 찾을 수 있었다[그림 11(c)].



(a)



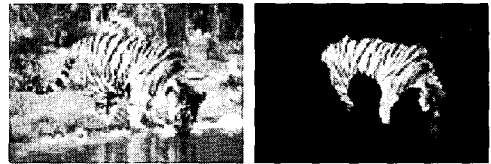
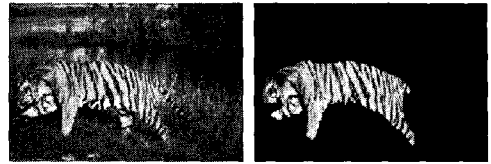
(b)



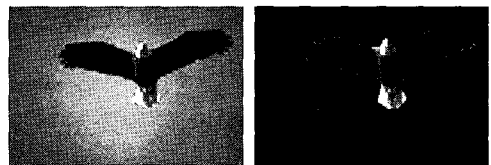
(c)

그림 11. 미흡한 객체 추출 결과:
(a) 호랑이 (b) 해돋이 (c) 쌀

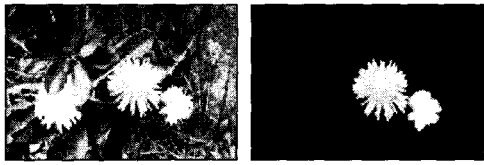
마지막으로, 다양한 영상에 알고리즘을 적용하였다. 원영상과 추출된 객체를 왼쪽과 오른쪽으로 배치하였으며 영상을 대표할 수 있는 주요 단일 객체가 일반적으로 추출되었다. 상대적으로 중앙에 있으며 큰 영역으로 구성된 객체가 추출되었다.



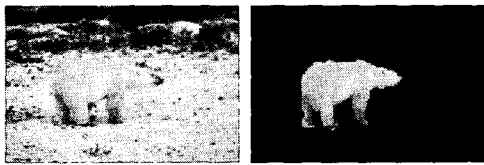
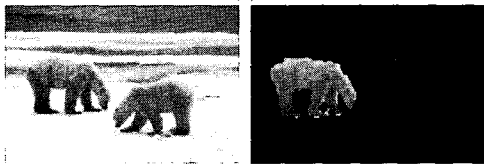
(c)



(d)



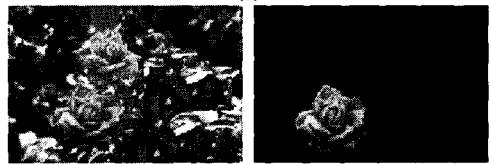
(a)

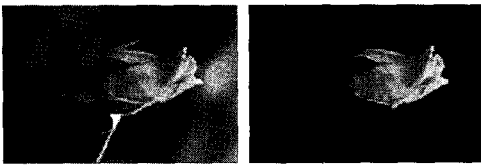


(b)

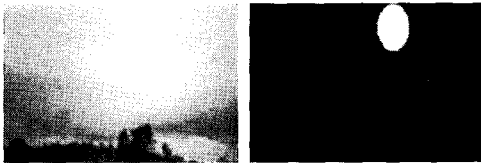


(e)





(f)



(g)



(h)

그림 12. 다양한 영상에 대한 객체추출 결과:
 (a) 꽃 (b) 곰 (c) 호랑이 (d) 독수리
 (e) 말 (f) 장미 (g) 해달이 (h) 기타

한다는 이론을 전제로 3개의 구역영상으로 분할하였다. 이때 과 분할을 방지하기 위하여 히스토그램에 의한 구역 영상 간 유사도를 비교하여 합병과정을 수행하였다. 또한 사진촬영 이론과 삼각구도에 기초한 가중치 마스크를 설계하여 분할된 2-3개의 구역영상에 적용하여 가장 큰 결과값을 가지는 영상을 객체가 포함된 영상으로 선택하였다. 선택된 영상이 다수의 객체를 내포하고 있을 때 각 객체 중 가장 큰 객체를 최종 단일 주요객체로 설정하였다.

그러나 제안된 방법은 주요객체가 다양한 색상과 질감으로 이루어져 있거나, 주요객체의 크기가 작을 때 혹은 주요객체를 판단하기 어려운 영상들에게는 좋은 결과를 얻지 못했다. 따라서 향후 연구에서는 모든 영상 구도를 만족시킬 수 있는 가변적인 가중치 마스크를 설계하는데 초점을 맞추려고 한다.

Acknowledgement

- This work was supported by the Brain Korea 21 Project in 2008.
- This research was supported by the MKE(Ministry of Knowledge Economy), Korea, under the ITRC(Information Technology Research Center) support program supervised by the IITA(Institute of Information Technology Advancement)" (IITA-2008-(C1090-0801-0025))
- This work was supported by the IT R&D program of MIC/IITA [2007-S019-02] (Development of Digital Forensic System for Information Transparency).

V. 결론

본 논문에서는 새로운 주요객체 자동추출 알고리즘을 제시하였다. 인간은 사물을 볼 때 부분적인 색상을 무시하고 전체적으로 3-4개의 색상으로 축약해서 인지

참고문헌

- [1] J. Z. Wang, J. Li, R. M. Gray, and G. Wiederhold, Unsupervised Multiresolution Segmentation for Images with Low Depth of

- Field. IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, Vol.23, No.1, pp.85-90, 2001.
- [2] R. M. Haralick and L. G. Shapiro. Survey: Image Segmentation Techniques. Computer Vision, Graphics and Image Processing, Vol.29, No.1, pp.100-132, 1985.
- [3] P. K. Sahoo, S. Soltani, and A. K. C. Wong, A Survey of Thresholding Techniques, Computer Vision, Graphics and Image Processing, Vol.41, No.2, pp.233-260, 1988.
- [4] S. D. Kang, H. W. Yoo, and D. S. Jang, Color Image Segmentation Based on the Normal Distribution and the Dynamic Thresholding. Lecture Notes in Computer Science, Vol.4705, pp.372-384, 2007.
- [5] Q. Gao, Extracting Object Silhouettes by Perceptual Edge Tracking. In Proceedings of IEEE International Conference on Systems, Man and Cybernetics, Vol.3, pp.2450-2454, 1997.
- [6] S. Mahamud, L. R. Williams, K. K. Thornber, and K. Xu, Segmentation of Multiple Salient Closed Contours from Real Images, IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, Vol.25, No.4, pp.433-444, 2003.
- [7] C. Kim, Segmenting a Low-depth-of-field Image Using Morphological Filters and Region Merging, IEEE Transactions on Image Processing, Vol.14, No.10, pp.1503-1511, 2005.
- [8] C. S. Won, K. Pyun, and R. M. Gray, Automatic Object Segmentation in Images with Low Depth of Field. In Proceedings of IEEE International Conference on Image Processing, Vol.3, pp.805-808, 2002.
- [9] Y. Lu and H. Guo, Background Removal in Image indexing and Retrieval. In Proceedings of International Conference on Image Analysis and Processing, Vol.1, pp.933-938, 1999.
- [10] A. Blake, C. Rother, M. Brown, P. Perez, and P. Torr. Interactive Image Segmentation Using an Adaptive GMMRF Model. In Proceedings of European Conference on Computer Vision (ECCV2004), Vol.3021, pp.428-441, 2004.
- [11] C. Rother, V. Kolmogorov, and A. Blake. GrabCut - Interactive Foreground Extraction using Iterated Graph Cuts. In Proceedings of ACM Siggraph Conference, Vol.23, pp.309-314, 2004.
- [12] Y. Gaobo and Y. Shengfa, Modified Intelligent Scissors and Adaptive Frame Skipping for Video Object Segmentation, Real-time Imaging, Vol.11, No.4, pp.310-322, 2005.
- [13] A. Mojsilovic', J. Kova'cevic', J. Hu, R. J. Safranek, and S. K. Ganapathy. Matching and Retrieval Based on the Vocabulary and Grammar of Color Patterns. IEEE Transactions on Image Processing, Vol.1, No.1, pp.38-54, 2000.
- [14] I. Biederman, Human Image Understanding: Recent Research and Theory. Computer Vision, Graphics, and Image Processing, Vol.32, No.1, pp.29-73, 1985.
- [15] Y. C.Ha. Nature Picture and Human. Donga Press, 2002.
- [16] P. F. Felzenszwalb and D. P. Huttenlocher. Efficient Graph- Based Image Segmentation. International Journal of Computer Vision, Vol.59, No.2, pp.167-181, 2004.
- [17] V. Mezaris, I. Kompatsiaris, and M. G. Strintzis. Still Image Segmentation Tools for Object-based Multimedia Applications. International Journal of Pattern Recognition and Artificial Intelligence, Vol.18, No.4, pp.701-725, 2004.

저자 소개

강 선 도(Seon-Do Kang)

정회원

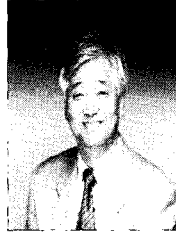


- 1992년 3월 : 공군사관학교(공학사)
- 2002년 2월: 국방대학교 운영분석과(공학석사)
- 2005년 1월 ~ 현재 : 고려대학교 정보경영공학부 박사과정

<관심분야> : 영상처리, 시뮬레이션, 신뢰도

장 동 식(Dong-Sik Jang)

정회원



- 1979년 : 고려대학교 산업공학과(공학사)
- 1985년 : 텍사스 주립대학 산업공학과(공학석사)
- 1988년 : 텍사스 A&M 산업공학과(공학박사)

• 1989년 ~ 현재 : 고려대학교 정보경영공학부 교수
<관심분야> : Computer Vision, 최적화이론, 컴퓨터 알고리즘

유 현 우(Hun-Woo Yoo)

정회원



- 1994년 : 고려대학교 산업공학과(공학사)
- 2001년 : 고려대학교 산업공학과(공학박사)
- 2003년 3월 ~ 2006년 8월 : 연세대 인지과학연구소(연구교수)

• 2006년 10월 ~ 2007년 3월 : 연세대 컴퓨터과학과(연구교수)

<관심분야> : Computer Vision, 영상처리, 영상검색, 예측이론

신 영 근(Young-Geun Shin)

정회원



- 2005년 2월 : 고려대학교 산업시스템정보공학과(공학사)
- 2005년 9월 ~ 현재 : 고려대학교 정보경영공학부 석 박사 통합과정

<관심분야> : 패턴인식, 스케줄링, 인공지능