

인접 화소의 칼라 공간 거리차를 이용한 물체 추출 방법에 대한 연구

안명석* · 신현욱* · 조석제**

A Study on Object Finding Using Color Distance of Neighbor Pixels

Myung-Seok An^o, Hyun-Wook Shin and Seok-Je Cho

요 약

멀티미디어 산업의 발달에 의해 영상 처리 및 비전 기술의 응용 분야가 넓어 지고 있다. 특히 물체 추적과 내용 기반 영상 검색등에서 주어진 영상에서 원하는 물체의 위치를 찾는 방법에 관한 연구가 활발히 진행되고 있다. 본 논문에서는 영상의 비교 영역에서 각 화소와 그 화소를 중심으로 4연결성을 갖는 주위 화소 간의 칼라 공간의 거리차를 이용하여 물체를 추출하는 방법을 제안하였다. 실험을 통해 제안한 방법은 코-어커런스 히스토그램을 이용한 방법보다 빠른 속도로 같은 결과를 나타냈음을 확인하였다.

1. 서 론

멀티미디어 산업이 발달함에 따라 이동 물체 추적[1], 물체 인식[2]과 같은 비전 어플리케이션 (vision application)과 칼라 인덱싱(color indexing)[3][4][5]과 같은 멀티미디어 어플리케이션 (multimedia application) 등, 컴퓨터를 이용한 영상 데이터 처리 분야가 발전하게 되었다. 특히 영상에서 특정 물체를 찾는 방법이 중요한 문제로 연구되고 있다.

지금까지의 물체를 인식하고 위치를 결정하는 방법들은 에지(edge)[2][6]와 템플릿 매칭등 (template matching)[2][7]을 이용하는 공간 정보(spatial information)를 이용한 방법, 칼라 히스토그램 인터섹션(color histogram intersection)[7], 칼라 히스토그램 백프로젝션(color histogram back-projection)[3]등을 이용하는 칼라 정보(color information)를 이용한 방법 그리고 칼라와 공간 정보(color-spatial information)를 함께 이용한 방법 등이 있다. 공간적인 정보를 이용한 방법은 계산 양이 많고, 물체의 회전과 관찰점(view point)의 변화에 민감하게 반응하고 잡음(noise)에 약한 문제점이 있다. 칼라 정보를 이용하는 방법은 영상의 공간 정보를 배제하고 칼라 정보만을

* 한국해양대학교 대학원 제어계측공학과

** 한국해양대학교 자동화·정보공학부 조교수

이용하기 때문에, 영상에서 찾을 물체가 있는 곳 이외의 곳에서 찾을 물체와 같은 칼라가 나타나면 물체를 잘못 찾는 경우도 있다. 칼라와 공간 정보를 함께 이용한 방법으로는 코-어커런스 히스토그램(co-occurrence histogram)을 이용한 방법[10]을 들 수 있는데, 이 방법은 물체를 잘 찾을 수 있으나, 계산량이 많다.

본 논문에서는 이러한 기존 방법들의 문제점을 해결하기 위해, RGB 좌표계에서 인접 화소의 칼라 거리차를 이용하여 물체를 추출하는 방법을 제안하였다. 제안한 방법은 각 화소와 그 화소의 4 연결성을 갖는 주위 화소 간의 RGB 칼라 공간의 거리차를 히스토그램으로 나타내어 물체를 추출하는 방법으로, 적은 계산으로 물체의 칼라와 공간 정보를 함께 표현 할 수 있는 방법이다. 실험을 통해 제안한 방법이 칼라의 공간 정보를 함께 이용한 코-어커런스 히스토그램을 이용한 방법 [9][10]보다 빠르며, 칼라 히스토그램만을 이용한 방법보다 정확히 물체를 찾을 수 있음을 확인하였다.

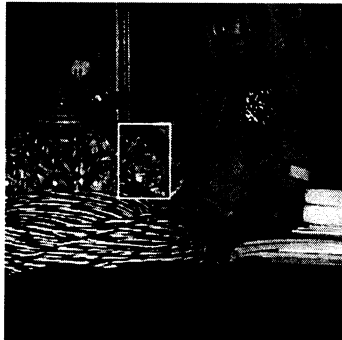
2. 물체 추출 방법

영상에서 물체 추출이란 찾고자 하는 물체가 영상의 어느 위치에 있는가를 찾아내는 것이다. 물체의 위치를 찾기 위한 방법으로는 공간 정보와 칼라 정보를 이용한 방법이 있다.

공간 정보를 이용한 물체 추출 방법의 한 예로 템플릿 매칭을 들 수 있다. 그림 1(a)를 그림 1(b)에서 템플릿 매칭으로 찾을 경우에는 그림 1(a)의 회전 변환된 모양과 크기 변환까지 고려해야 한다. 비교 영상의 비교 영역의 크기를 $n \times n$, r 가지의 회전 변화를 고려하여 물체를 찾으면, 계산량은 $O(n^2r)$ 와 같이 나타난다. 따라서 이 방법은 찾을 물체의 모양이 일정할 때는 용이한 방법이나, 찾을 물체에 변화가 일어난 경우에는 계산량이 크게 늘어나는 문제점이 있다.



(a) 찾을 물체



(b) 비교 영상

그림 1 물체 추출의 예

Fig. 1 A Example of object extraction

칼라 정보를 이용한 방법은 찾을 물체의 공간 정보를 제외한 칼라 히스토그램만 사용하는 방법이다. 칼라 히스토그램으로 물체를 찾을 경우의 계산량은 $O(n^2)$ 으로 나타난다. 템플릿 매칭과 같은 방법에 비해 계산량이 크게 줄어들을 수 있다. 그러나 칼라 히스토그램을 이용한 방법은 공간 정보를 이용하지 않고, 칼라 히스토그램만을 이용하여 물체를 찾기 때문에 그림 1(b)와 같이 같은 찾을 물체의 색이 여러 부분에서 나타났을 경우 물체를 오인식 할 가능성이 있다.

또 칼라 정보와 공간 정보를 함께 사용하는 방법으로는 칼라 코-어커런스 히스토그램을 이용한 방법이 있다. 이 방법은 기준이 되는 칼라가 있는 위치에서 특정 거리에 원하는 칼라가 나타날 확률을 이용하여 물체를 찾는 방법이다. 이 방법은 원하는 물체를 잘 찾을 수 있으나 계산량이 많아지고 코-어커런스 히스토그램의 크기가 커진다는 문제점이 있다.

본 논문에서는 공간 정보를 이용한 방법보다 빠르고, 칼라 정보만을 이용한 방법의 오인식 문제를 해결할 수 있으며, 코-어커런스 히스토그램을 이용한 방법보다 계산량이 작으며, 공간 정보를 함께 이용할 수 있는 방법으로 인접 화소의 칼라 거리차를 이용하여 물체를 추출하는 방법을 제안한다.

3. 인접 화소의 칼라 공간 거리차에 의한 물체 추출

인접 화소의 칼라 공간 거리차를 이용하여 물체를 추출하기 위해서는 그림 2와 같은 3×3 크기의 마스크를 이용한다. C를 중심으로 4연결성을 갖는 주위 화소에 대해 수직과 수평의 칼라 공간 거리차 A, B를 구한다. 이렇게 얻어진 거리차와 중심 칼라는 화소간의 관계를 표현하는 2차원 히스토그램으로 나타낼 수 있다. 칼라 거리차를 구하는 식은 식 1과 같다.

	N1	
N2	C	N3
	N4	

그림 2 인접 공간의 칼라 거리차를 구하기 위한 마스크

Fig. 2 The mask for calculating color distance of neighbor pixels

$$\begin{aligned}
 A &= |N1(r) - N4(r)| + |N1(g) - N4(g)| \\
 &\quad + |N1(b) - N4(b)| \\
 B &= |N2(r) - N3(r)| + |N2(g) - N3(g)| \\
 &\quad + |N2(b) - N3(b)|
 \end{aligned} \tag{1}$$

식 1에서 거리차는 RGB좌표계에서의 거리로서 얻어지며, 얻어지는 거리차 A, B값은 중심 칼라

C에 대한 거리로서 거리차 히스토그램에 더한다.

이 방법은 중심 칼라 C와 중심 칼라 C의 위치에 대해 대칭되는 위치의 칼라의 차를 나타낸 것이기 때문에, 그림 1의 마스크에서 수직과 수평에 대해 각각 관계를 표현할 수 있다. 예를 들어 마스크에 대해 수직의 칼라 값이 1, 2, 3이라 하면, 2라는 중심 칼라에 차가 1인 값으로 표현이 된다. 이것은 m개의 칼라를 가지는 찾을 물체 영상과 비교 영상의 비교 영역에 대해 거리차를 구하여 히스토그램으로 나타내면 $m \times dist$ 크기의 행렬로서 나타난다. dist는 나타날 수 있는 칼라 거리차의 최고 값을 나타낸다.

찾을 물체의 영상과 비교 영역의 유사도는 식 2와 같이 찾을 물체 영상과 비교 영역의 거리차 히스토그램에 대한 2차원 인터섹션(histogram intersection)을 사용하여 측정한다.

$$Similarity = \sum_{i=0}^{n-1} \sum_{j=0}^{m-1} \min(P[i, j], O[i, j]) \dots\dots\dots (2)$$

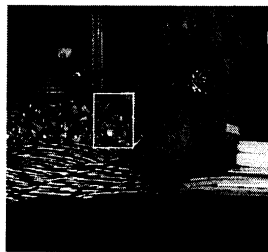
식 2에서 n은 칼라 양자화 시의 칼라의 개수이며, P는 찾을 물체 영상, O는 비교 영역의 거리차 히스토그램을 나타낸다. 그리고 거리차 히스토그램의 정규화는 식 3과 같다.

$$\frac{P}{2 \times a \times b}, \frac{O}{2 \times c \times d} \dots\dots\dots (3)$$

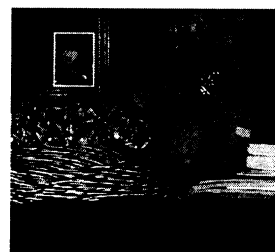
식 3에서 a와 b 그리고 c와 d는 찾을 물체 영상과 비교 영역의 크기이며, 식에서 2를 나누는 것은 한 화소에서 칼라 거리차를 2번 구하기 때문에 생긴 양자화 요소이다.

4. 실험 및 고찰

본 논문에서는 제안한 알고리즘의 타당성을 검증하기 위해 일반 디지털 카메라를 통하여 얻은 영상과 스캐너를 통하여 얻은 영상을 실험에 사용하였다. 사용한 영상은 조명 상태의 변화, 찾을 물체의 크기 변화, 물체의 회전 변화 등이 포함되어 있다. 칼라 좌표계는 RGB좌표계를 사용하였고, 칼라 양자화는 64단계로 하였다. 그리고 비교 영역의 크기는 찾을 물체의 크기로 정하여 실험을 행하였다.



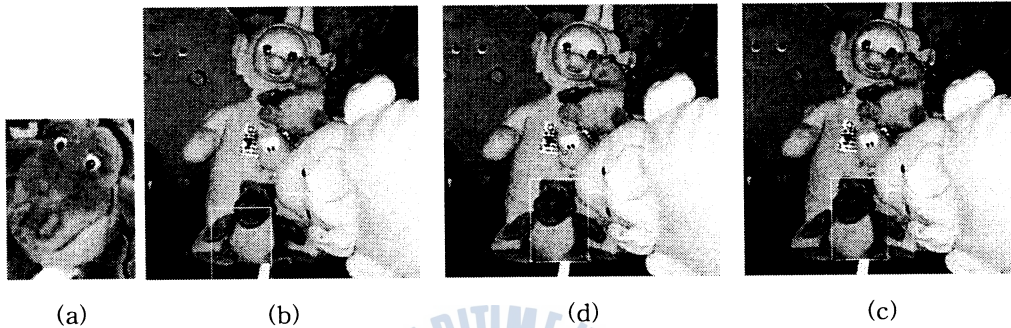
(a) 칼라 히스토그램 방법의 물체 추출 결과



(b) 제안 방법의 물체 추출 결과

그림 3 칼라 히스토그램과 제안 방법을 이용한 물체 추출 결과
Fig. 3 The result of color histogram method and proposed method

우선 그림 3(a)와 3(b)는 그림 1(a)를 칼라 히스토그램 인터섹션과 제안한 알고리즘으로 물체를 찾은 결과를 보여 주고 있다. 그림 3(a)는 칼라 히스토그램 방법의 경우 물체 색과 배경색이 유사하면 물체를 잘 찾지 못한다는 것을 보여 준다. 그러나 제안한 방법을 이용하여 물체를 찾은 경우에는 그림 3(b)와 같이 정확히 물체를 찾을 수 있다.



(a) 찾을 물체 (b) 칼라 히스토그램으로 물체를 찾은 결과 (c) 인접 색 히스토그램으로 물체를 찾은 결과 (d) 제안한 방법을 이용하여 물체를 찾은 결과

그림 4 칼라 히스토그램, 인접 색 히스토그램, 그리고 제안한 방법을 이용하여 물체를 찾은 결과
Fig. 4 The result of color histogram, color neighborhood histogram, and proposed method for finding object

그림 4는 거리차 정보를 이용하여 물체를 찾은 다른 예를 보이고 있다. 그림 4(b), (c) 그리고 (d)는 그림 4(a)를 각각 칼라 히스토그램, 칼라 코-어커런스 히스토그램 그리고 제안한 방법을 이용하여 물체를 찾은 결과이다. 칼라 히스토그램으로 물체를 찾을 경우 칼라 양자화를 할 때 찾을 물체의 색과 배경색이 뭉쳐지거나 조명의 변화로 인해 색이 변해 버리기 때문에 그림 4(b)와 같이 물체를 정확히 찾지 못하는 결과가 나오게 된다. 그림 4(c)는 코-어커런스 히스토그램을 이용하여

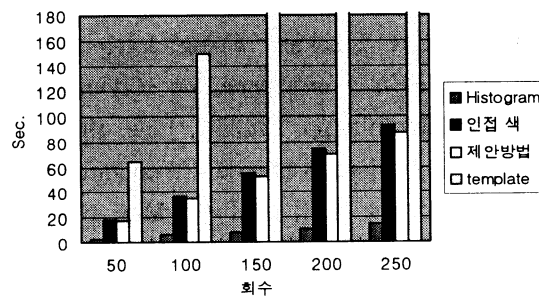


그림 5 칼라 히스토그램, 코-어커런스 히스토그램, 템플릿 매칭 그리고 제안한 방법을 이용하여 물체를 찾을 때의 속도의 비교

Fig. 5 Comparing of speed among color histogram, co-occurrence histogram, template matching and proposed method

물체를 찾은 결과이다. 이 경우 물체를 잘 찾고 있다는 것을 알 수 있었다. 그림 4(d)는 제안한 방법을 이용하여 물체를 찾은 결과인데, 코-어커런스 히스토그램 이용하여 물체를 찾는 방법과 유사한 결과가 나옴을 알 수 있었다.

그림 5는 히스토그램 인터섹션, 칼라 코-어커런스 히스토그램, 템플릿 매칭 그리고 제안한 방법의 속도를 비교한 것이다. 입력 영상의 비교 영역의 크기를 500×500 이라 가정하고 비교 회수를 증가시키면서 각각의 속도를 측정하였다. 그림 5와 같이 제안한 알고리즘이 코-어커런스 히스토그램을 이용하여 물체를 찾는 방법보다 좀더 빠르다는 것을 알 수 있다. 이유는 제안한 알고리즘이 중심점에서 상하좌우 4점에 대해 값을 읽지만, 특징의 크기가 코-어커런스 히스토그램 방법보다 작으며, 히스토그램 행렬을 액세스하는 횟수가 적기 때문이다.

5. 결 론

본 논문에서는 칼라 정보와 공간 정보로서 칼라의 거리차 정보를 이용하여 물체를 추출하는 방법을 제안하였다

제안한 방법은 칼라 정보에 공간 정보를 포함시킨 것으로 공간적 특징을 이용한 방법보다 빠른 속도로 물체를 찾아내며, 칼라 정보만을 이용하여 물체를 찾는 방법보다 물체를 더 잘 찾을 수 있음을 실험을 통하여 확인 하였다. 또 성능이 유사한 코-어커런스 히스토그램을 이용한 방법보다 적은 특징 크기를 가지며, 물체를 찾는 속도도 코-어커런스 히스토그램을 이용한 방법보다 빠르다는 것을 확인하였다.

본 논문에서 제안한 방법을 응용하면 내용 기반 내용 검색(content-based image retrieval)에도 좋은 결과를 얻을 수 있을 것이라 판단된다.

참고문헌

- [1] Stan Birchfield, Elliptical Head Tracking Using Intensity Gradients and Color Histogram, *Proc. Of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition*, Santabarbara, California, pp. 232-237, June, 1998
- [2] P. Suetens, P. Pua and A. J. Hanson, Some Computational Strategies for Object Recognition, *ACM, Survey*, Vol. 24, No.1, pp. 5-62, Mar. 1992
- [3] M. J. Swain and D. H. Ballard, Color Indexing, *Int. Journal of Computer Vision* Vol. 7 No. 1, pp. 11-32 Nov. 1992
- [4] Greg Pass and Ramin Zabih, Histogram Refinement for Content-Based Image Retrieval, *3rd IEEE Workshop on Application of Computer Vision*, pp. 96-102, Dec. 2-4, 1996
- [5] Virginia E. Ogle and Michael Stonebraker, Chabot: Retrieval from a Relational Database of Images, *IEEE Computer*, Vol. 28, No. 9, pp. 40-48, Sep. 1995

- [6] Ballard Generalizing the Hough transform to detect arbitrary shapes, *Pattern Recognition*, Vol.13 , pp. 111-122, 1981
- [7] Roberto Brunelli and Tomaso Poggio, Face Recognition: Features versus Templates, *IEEE Trans. of pattern analysis and machine intelligence*, Vol. 15. No. 10, Oct. 1993
- [8] V. V. Vinod and H. Murase, Focused Color Intersection with Efficient Searching For Object Extraction, *Pattern Recognition*, Vol. 30, No. 10, pp. 1787-1797, 1997
- [9] Milan Sonka, Vaclav Hlavac and Roger Boyler, *Image Processing, Analysis and Machine vision, Champ-man & Hall. Computing*, 1993
- [10] F. Ennesser and G. Medioni, Finding waldo, or focus of attention using local color information, *IEEE Trans. of Pattern Analysis Machine Intelligence*, Vol.17. pp. 805-809, 1995
- [11] Rafael C. Gonzalez, Richard E., Woods, *Digital image Processing*, Addison Wesley, 1992



