

칼라 히스토그램과 변화 검출기에 기반한 비디오 영상 분할

박진우, 정의윤, 김희수, 송근원, 하영호
경북대학교 전자전기공학부

Video image segmentation based on color histogram and change detector

Jin Woo Park, Eui Yoon Chung, Hee Soo Kim, Kun Woen Song, and Yeong Ho Ha
School of Electronic & Electrical Eng., Kyungpook Nat'l Univ.
e-mail: pjw@palgong.kyungpook.ac.kr

Abstract

In this paper, video image segmentation algorithm based on color histogram and change detector is proposed. Color histograms are calculated from both changed region which is detected in the previous and current frame and unchanged region. With each histogram, modes and valleys are detected. Then, color vectors are calculated by averaging pixels in modes. Markers are extracted by labeling color vectors that represent modes, the watershed algorithm is applied to determine uncertain region. In growing region, the root mean square(RMS) of the distance between average pixel in marker region and adjacent pixel is used as a measure.

The proposed algorithm based on color histogram and change detector segments video image fastly and effectively. And simulation results show that the proposed method determines the exact boundary between background and foreground.

1. 서론

영상분할은 컴퓨터 비전, 영상 인식, 영상 부호화 등의 분야에서 기초가 되는 기술로서 많은 연구가 이루어져 왔으며, 특히 최근 MPEG-4표준화[1]에 관련하여 관심이 고조되어 왔다. MPEG-4에서는 모든 부호화가 객체를 기반으로 이루어지고 있어서 비디오 영상 분할 기술이 중요한 부분을 차지하고 있다. 그리고 초저속 부호화[2] 및 2세대 내용기반의 부호화에서도 비디오

영상분할 기술이 근간이 되고 있다.

기존의 비디오 영상분할 방법들은 영상처리에 적용되는 알고리즘에 따라 분류되며, 특히, 최근에는 수리형태학적 연산자[3]에 기반한 방법이 많이 사용되어 왔다. 이 방법은 영상단순화, 마커추출, 및 영역결정의 세가지 과정으로 구성이 된다. 수리형태학적 연산에 기반한 방법은 비교적 정확한 경계선 추출이 가능하지만 영상 단순화 과정에서 과도한 연산량이 요구되는 단점이 있다. 또한 단순히 영상의 밝기정보만 고려할 경우, 객체의 밝기값이 배경과 유사한 경우에는 정확한 객체의 경계선을 추출하지 못하는 단점이 있다. 그리고 움직임과 밝기 정보[4]를 같이 고려하는 경우에는 정확한 움직임 정보를 추출하지 못하면 영상분할시 경계선이 불명확해지게 되며 움직임 추정시 과도한 연산량이 요구된다.

본 논문에서는 기존 영상분할 방법이 가진 단점을 보완하기 위하여 칼라 히스토그램[5,6]과 변화영역 검출기[7,8]를 이용하여, 빠르고 정확한 영상분할 알고리즘을 제안하였다. YUV로 구성된 입력된 영상을 움직임 영역과 움직임이 없는 영역으로 구분하고, 각 영역을 YUV에서 RGB로 변환한 뒤, 영역별로 히스토그램을 이용하여 화소들의 분포를 구한다. 구성된 각각의 히스토그램에서 모드를 추출하고, 영상의 공간영역에서 모드에 해당되는 화소들을 대표값으로 변환하여 같은 대표값을 가지는 인접한 화소들을 연결하여 마커를 추출한다. 추출된 마커에 분수계 알고리즘을 적용하여 불확정영역의 화소들을 구분한다.

본 논문의 구성은 2장에서는 칼라 히스토그램 분석 방법과 변화 영역 검출기에 대해 언급하고, 3장에서는 제안한 비디오 영상분할 방법을 자세히 설명한다. 4장에서는 제안한 알고리즘을 적용한 실험결과를 살펴본다.

고 5장에서 결론을 맺는다.

2. 히스토그램 방법과 변화영역 검출기

2.1 컬러 히스토그램 분석

영상분할에서 히스토그램을 이용한 방법은 잘 알려진 방법이다. 그리고 최근 MPEG-7에 대한 연구에서 영상의 특징(feature)을 추출하기 위해 컬러 히스토그램 방법이 많이 사용되고 있다. 이는 영상의 컬러 분포를 이용하여 영상의 유사성(similarity)을 구하는 문제에 보편적으로 사용되고 있다. 일반적으로 컬러 히스토그램은 RGB 세 축에 대해 각각 일정한 크기로 나누어 3차원 빈(bin)을 만든 다음, 각 빈에 해당하는 픽셀의 개수를 구하여 히스토그램을 구성한다.

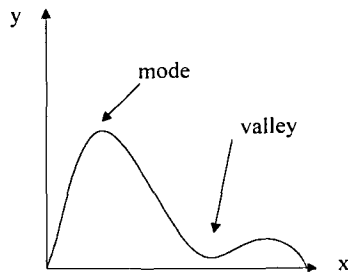


그림 1. 히스토그램의 모드와 밸리

그림 1은 1차원 히스토그램에서 본 모드(mode)와 밸리(valley)를 보여주고 있다. 본 논문에서는 컬러 히스토그램을 구하여 각 빈의 값이 문턱치값 이상이 되면 모드로 판단하여 모드를 추출하였다.

2.2 변화영역검출기를 이용한 움직임 영역의 검출

변화 검출기는 움직임 영역을 추출하기 위한 방법으로 이전 프레임과 현재 프레임의 차(frame difference)를 구하여 그 변화량이 문턱치 값을 넘게 되면 움직임 영역으로 판단한다. 하지만 영상잡음으로 인하여, 간혹 움직임이 없는 부분이 움직임이 있는 부분으로 잘못 판별되는 경우가 발생한다. 이를 방지하기 위해 주변 화소들의 프레임간의 차이값을 고려해서 움직임 영역을 결정하였다. 움직임 영역 가운데 영상잡음으로 인하여 나타나는 움직임이 아닌 영역은 수리형태학적 닫기(closing)연산을 수행하여 제거하고 움직임 영역의 외곽에 해당하는 부분은 움직임이 부정확하므로 침식(erosion)연산으로 제거하여 비교적 정확한 움직임 영

역을 추출하였다. 그림 2는 본 논문에서 사용된 변환 영역 검출기를 보여주고 있다.

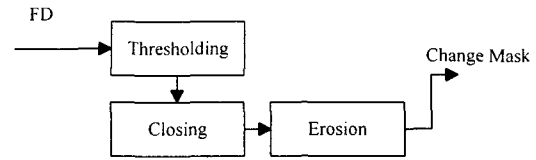


그림 2. 제안된 변화영역 검출기

3. 제안된 비디오 영상 분할 알고리즘

본 논문에서는 마커추출을 위해 칼라 히스토그램과 변화영역 검출기를 사용하였으며, 불확정 영역에 대해서는 분수계 알고리즘을 적용함으로써 영역을 결정하였다. 제안한 방법의 전체적인 구성도는 그림 3과 같다.

변화 마스크(change mask)를 생성하고 칼라영상에 대한 각각의 히스토그램을 계산한 뒤, 대표 칼라벡터를 계산하여 마커를 추출한다. 마지막으로 분수계 알고리즘을 적용하여 불확정 영역을 결정한다.

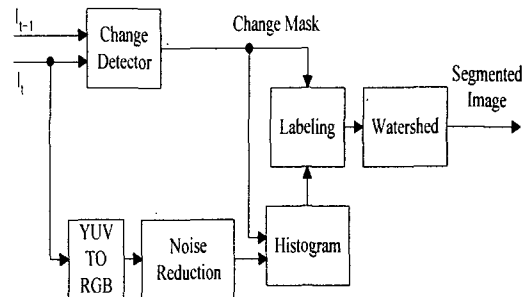


그림 3. 전체 블록도

3.1 컬러 히스토그램과 변화영역검출기를 이용한 모드추출

입력영상은 YUV로 구성된 컬러 영상이고 이전 프레임과 현재 프레임의 밝기영상이 변화영역 검출기로 입력된다. 검출기에서 검출된 변화 마스크는 히스토그램 모듈과 레이블링(labeling)모듈의 입력으로 사용된다. 먼저, 현재 프레임의 YUV영상은 RGB로 변환후 잡음의 영향을 줄이기 위해 RGB 영상에서 각 색채널 별로 3x3 평균필터(average filter)를 적용하여 잡음을 제거하였다. 잡음이 제거된 결과로 히스토그램 모듈에서 히스토그램 분석을 수행한다. 이때 변화 마스크에 포함되는 영역, 즉 움직임 영역과 움직임이 없는 영역에 대해서 각각의 히스토그램을 구한다. 움직임 영역

은 비교적 움직임이 없는 영역에 비해 영역의 크기가 작으므로 일반적인 히스토그램에서 모드를 결정할 때에 단순한 문턱치값만을 가지고 모드를 결정하면 벨리로 판별되기 쉬우므로 마커로 결정되기 힘들다. 그러나 일반적으로 움직임 영역이 객체의 영역이므로 본 논문에서는 움직임 영역과 움직임이 없는 영역으로 구분하여 각각에 대해 히스토그램을 구해서 모드를 추출한다.

3.2 분수계 알고리즘을 이용한 영역결정

추출된 모드와 변화 마스크를 이용하여 레이블링을 한다. 먼저, 변화 마스크를 이용하여 움직임 있는 영역의 모드와 움직임이 없는 영역의 모드를 구분하고 각 모드에 해당하는 화소들을 평균하여 칼라 벡터를 구하고 공간 영역(spatial domain)에서 이에 해당하는 화소들을 대표 칼라로 대치한다. 큐를 이용한 레이블링과정에서 레이블된 영역의 화소수가 작은 영역은 신뢰성이 부족하므로 불확정(uncertain)영역으로 구분하고 나머지 레이블된 영역을 마커로 추출한다. 추출된 마커에 계층적 큐를 사용한 수정 분수계(modified watershed) 알고리즘을 적용하였다. 여기서 불확정 화소의 영역을 결정할 때 사용된 척도(measure)는

$$d_R = \sqrt{(R_{mean} - R_c)^2} \quad (1)$$

$$d_G = \sqrt{(G_{mean} - G_c)^2} \quad (2)$$

$$d_B = \sqrt{(B_{mean} - B_c)^2} \quad (3)$$

$$d_{measure} = d_R/3 + d_G/3 + d_B/3 \quad (4)$$

을 사용하였다. 여기서 R_c, G_c, B_c 는 불확정화소의 값이고, $R_{mean}, G_{mean}, B_{mean}$ 는 마커영역의 평균화소값이다. 각 RGB성분에 대한 차의 자승의 제곱근을 구하여 이를 평균하여 영역 결정시 척도로 사용하였다.

4. 실험 및 결과

본 논문에서는 실험영상을 176x144크기의 QCIF포맷의 Claire 10Hz영상을 사용하였다. 아래 그림 4는 원영상을 보여준다.



그림4. Claire 원 영상 (a) 97번째 프레임, (b) 100번째 프레임.

입력 영상을 살펴보면 얼굴과 배경의 밝기값이 유사하여 배경과 얼굴의 경계를 구분하기 힘들다. 먼저, 변화영역 검출기를 이용하여 움직임 영역을 추출하면 그림 5와 같다.

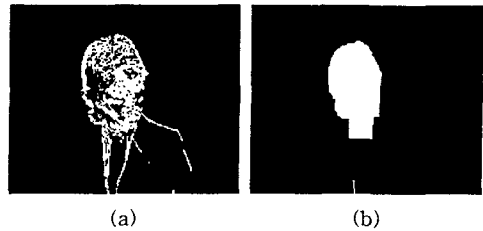


그림 5. 변화영역(a) 검출된 움직임 영역, (b) 단음과 침식연산후의 움직임 영역.

그림 5.(a)는 후처리를 하기 전의 움직임 영역이고 (b)는 9x9형태소를 사용하여 단음과 침식을 통한 후처리 후의 움직임 영역이다.

변화영역 검출기에서 추출된 각각의 영역에 대한 히스토그램을 구하여 공간영역으로 변환하여 마커를 추출한 결과는 그림 6과 같다.

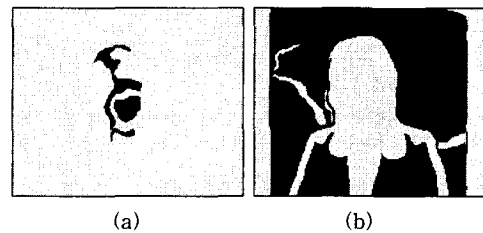


그림 6. 마커 (a)움직임 영역에서 추출된 마커, (b)움직임이 없는 영역에서 추출된 마커.

그림 6(a)는 움직임 영역에서의 추출된 마커이고 (b)는 움직임이 없는 영역에서 추출된 마커이다. 컬러 히스토그램과 변화영역 검출기를 기반으로 추출한 마커를 가지고 수정 분수계 알고리즘을 적용하여 영역분할을 한 결과는 그림 7과 같다.

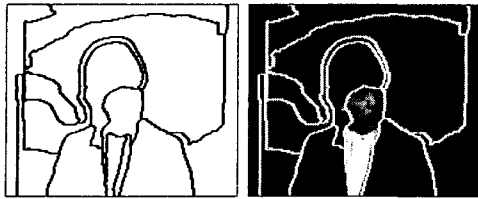


그림 7. 영상분할결과 (a) 영역 경계선, (b) 분할된 결과.

5. 결론

본 논문에서는 컬러 히스토그램과 변화영역 검출기에 기반하여 새로운 비디오 영상 분할 알고리즘을 제안하였다.

비디오 영상을 변화 영역 검출기를 통하여 움직임 영역과 움직임이 없는 영역으로 구분하고 각각의 영역에 대해 칼라 히스토그램을 구하였다. 그리고 각 컬러 히스토그램에서 모드를 구하고 영상의 공간영역에서 모드에 해당하는 화소를 구분하여 레이블링하므로 의미있는 영역에 대한 마커를 효율적으로 구할 수 있었다. 수정 분수계 알고리즘을 적용하여 불확정 영역을 결정하였다.

이를 통해 좀더 빠르게 정확한 경계선을 가지는 분할된 영역을 얻을 수 있었다.

참고문헌

- [1] T. Sikora, "The MPEG-4 video standard verification model," *IEEE Trans. on Circuits Systems for Video Technology*, vol. 7, no. 1, pp. 19-31, Feb. 1997.
- [2] J. R. Casas and L. Torres, "Coding of Details in very low bit-rate video systems," *IEEE Trans. on Circuits and Systems for Video Technology*, vol. 4, no. 3, pp. 317-327, June 1994.
- [3] P. Salembier and M. Pardas, "Hierarchical morphological segmentation for image sequence coding," *IEEE Trans. on Image Processing*, vol. 3, no. 5, pp. 639-651, Sep. 1994.
- [4] J. G. Choi, S. L. Lee, and S. D. Kim, "Spatio-temporal video segmentation using a joint similarity measure," *IEEE Trans. on Circuits Systems for Video Technology*, vol. 7, no. 2, pp. 279-286, Apr. 1997.
- [5] M. J. Swain, D.H. Ballard, "Color Indexing," *International Journal of Computer Vision*, vol. 7(1): 11-32, 1991.
- [6] Sang Ho Park, Il Dong Yun, and Sang Uk Lee,

"Color Image segmentation Based on 3-D clustering: morphological approach," *Pattern Recognition*, vol. 31, no. 8, pp.1061-1076, 1998.

- [7] M. Hötter and R. Thoma, "Image segmentation based on object oriented mapping parameter estimation," *Signal Processing*, vol. 15, no. 3, pp. 315-334, Oct. 1988.
- [8] T. Aach, A. Kaup, and R. Mester, "Statistical model-based change detection in moving video," *Signal Processing*, vol.31, pp.165-180, 1993.