

효과적인 임계값을 이용한 자동영상 분할 기법

이지호, 유홍연, 홍성훈
전남대학교 전자공학과

Automatic Video Object Segmentation Using Effective Thresholding

Jiho Lee, Hongyeon Yu, Sung-Hoon Hong
Dept. Electronic Engineering, Chonnam National University
E-mail: daystar@vip.chonnam.ac.kr

요약문

본 논문에서는 연속영상에서 잡음과 객체가 잘 분할되지 않는 환경 내에 있는 객체를 자동으로 분할하는 차영상 기반 알고리즘을 제안하였다. 기존의 차영상 기반의 단일 임계값을 이용한 방식에는 잡음에 크게 영향을 받고 배경과 객체가 비슷한 밝기값을 가지는 경우 잘 추출되지 않는 많은 문제점이 있다. 본 논문에서는 이러한 문제점을 해결하고자 임계값을 설정하는 영역을 축소하여 잡음간섭의 최소화를 구성하였고 축소된 영역 내의 윤곽선정보를 이용하여 배경 밝기값의 유사함에서 나오는 간섭을 최소화함으로써 정밀한 객체를 추출할 수 있었다.

I. 서론

멀티미디어 서비스를 위한 부호화 표준으로 제정된 MPEG-4는 이동 멀티미디어 통신, 양방향 멀티미디어 방송, 인터넷 등 다양한 차세대 멀티미디어 서비스를 지원하기 위해서 채택되어졌다. MPEG-4는 의미와 내용이 있는 객체만을 부호화하는 객체기반 부호화 방식을 채택하고 있어서, 효과적이고 정확한 객체분할 알고리즘은 MPEG-4의 성능을 좌우한다 [1].

MPEG-4 뿐만 아니라 객체를 추출하는 기법은 영상편집, 검색, 감시시스템, 방송, 게임 및 애니메이션 등 비디오 내용을 기반으로 하는 모든 멀티미디어 산업에 기본적으로 활용될 수 있는 중요한 기술이다. 특히 디지털 방송에 있어 대화형 양방향서비스가 가시화

되고 인터넷 방송이 활성화됨에 따라 콘텐츠의 재활용과 특정영상을 포함한 내용에 대한 빠른 검색을 위해 동영상에서의 움직임 객체단위의 처리가 점차 중요하게 되고 있다[2].

동영상에서 움직임 객체를 추출하는데 이용되는 대표적인 방법은 이전영상과 현재영상 간에 차영상에서 나타난 변화량을 이용하는 방법이다. 이 방법은 현재 프레임과 이전 프레임의 화소값 차이와 같은 변화량을 하나의 수치로 표현할 수 있는 단위로 계산하여 그 변화량이 큰 지점을 움직임이 존재하는 하나의 객체로 선택하는 방법이다. 이 방법을 이용하면 현재영상에서 움직임이 존재하는 영역을 간단히 분할이 가능하다. 하지만 이전프레임과 현재 프레임 간에 동일지점에 어떠한 변화가 없었더라도 카메라의 입력부분이나 시스템에서 첨가되는 미세한 잡음에 의해 화소의 변화가 존재하게 되는데 이러한 영상 전반적으로 나타나는 잡음으로 인해 정확한 객체 추출이 어려워진다. 또한 기존의 방식에서 제한했던 잡음의 변화량을 뛰어넘는 임계값을 설정하여 객체를 추출할 경우에는 배경과 객체의 밝기값이 유사한 경우에 잡음으로 인식하여 객체를 추출하지 못하게 된다.

따라서 본 논문에서는 객체를 추출하기 위한 새로운 방법을 제안한다. 움직임이 발생한 지점 영역과 후보 영역을 추출한 후 후보 영역 안에 대해 새롭게 적용된 임계값을 이용하여 그 안에 존재하는 정확한 윤곽선 재추출하여 정확한 객체를 분할한다.

2장에서는 제안된 알고리즘의 전체 흐름과 알고리즘의 주요내용을 설명하고 3장에서는 실제 적용한 실

협결과를 보여주고, 4장에서 결론을 맺는다.

II. 제안한 객체 추출 방법

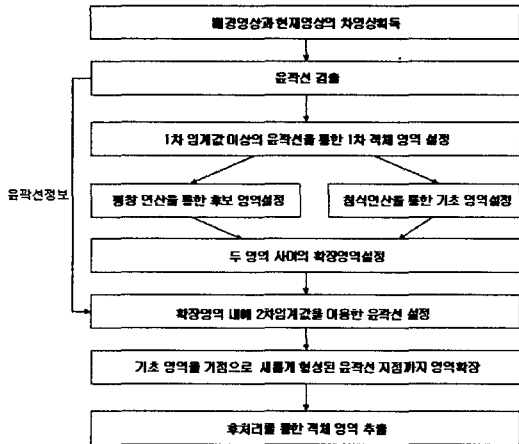


그림 1 제안한 알고리즘 전체 구성도

그림1은 제안된 알고리즘의 전체 흐름도를 나타낸 것으로 먼저 배경영상과 현재영상간의 차영상을 구한 후 얻어진 영상을 이용하여 윤곽선을 검출한다. 이런 윤곽선을 이루는 화소들 중 1차 임계값보다 큰 값을 가지는 윤곽선만을 이용하여 1차 객체 영역을 설정하고 1차 객체영역을 바탕으로 모폴로지 팽창연산을 통해 대략적인 후보 객체 영역을 설정한다. 또한 모폴로지 침식연산을 통해 확실한 객체 내부 영역을 설정한다. 이와같은 방법을 통해 두 영역간의 사이에 객체의 완전한 윤곽선 경계값이 존재하는 영역이 추출된다. 이를 이용하여 최종적으로 추출되는 2차 객체영역은 침식연산을 수행하여 얻은 확실한 객체 내부 영역을 기초로 하여 2차임계값을 통해 재추출한 윤곽선까지 영역확장 알고리즘을 적용하여 확장된 영역이 된다.

2.1 윤곽선 검출과 1차 객체영역 설정

그림 2의 (a)는 배경영상 I_{bg} 과 현재영상 I_n 의 차영상을 얻은 후 식(1)에 의한 Sobel 연산을 수행하여 얻은 윤곽선 DE_n 를 나타내고 있다.

$$DE_n = S(|I_{bg} - I_n|) \quad (1)$$

여기서 S는 3x3크기의 Sobel연산자를 의미한다.

이 결과로부터 가운데 객체가 나타난 지역에는 매우 큰 차이값이 존재하여 배경과 객체 사이에 강한 윤

곽선이 나타난 것을 볼 수 있다. 또한 객체 주위에는 잡음의 영향으로 움직임이 없는 배경임에도 불구하고 약간의 윤곽선 성분이 추출되었음을 볼 수 있다. 이런 잡음의 영향을 최소화 하기위해 윤곽선 영상에서 수직 수평 성분 중에서 최외각 윤곽선들 중 큰 변화값을 가지는 윤곽선들의 평균값을 1차 임계값 $T_{maxedge}$ 로 정하고 식(2)와 같이 최외각 윤곽선 FE_n 검출한다 [1][2].

$$FE_n = \{x \in DE_n \mid x \geq T_{maxedge}\} \quad (2)$$

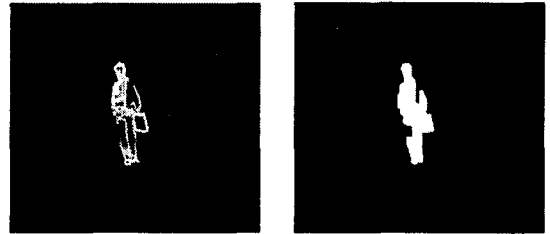


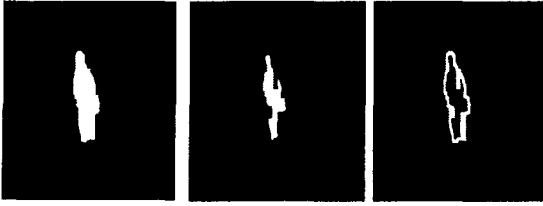
그림2 윤곽선영상과 추출된 객체

이렇게 추출된 최외각 윤곽선 FE_n 을 이용하여 수직방향 윤곽선의 시작점과 끝점을 연결한 영역과 수평방향 윤곽선의 시작과 끝점을 연결한 영역간의 교차지점을 이용하여 1차 객체를 추출하게 된다. 그림2의 (b)는 이와 같이 추출된 영역을 보여준다.

2.2 후보영역설정과 초기영역설정

그림2의 (b)와 같이 실제적인 객체 윤곽지점임에도 불구하고 1차 임계값을 넘지 못하여 FE_n 에 들어가지 못한 부분으로 인해 불완전한 객체가 추출되는 경우가 존재한다. 이 부분에서 윤곽선이 적게 나타나는 이유는 배경영상의 밝기값과 객체의 밝기값이 유사하여 윤곽선 성분이 덜 검출되었기 때문이다.

따라서 본 알고리즘에서는 이러한 불완전한 부분을 보완하는 방법으로 윤곽선 성분이 미약하여 객체로 인식하지 못한 영역과 그 인접영역에 위치하는 1차 추출된 객체영역 간의 밝기값의 유사성을 기초로 한 영역 확장 알고리즘을 적용하여 객체로 인식하지 못한 부분을 보완한다. 영역확장 알고리즘을 적용하기 위해 시점과 확장영역을 설정하고 후보영역은 1차 객체영역을 팽창 연산을 수행하여 얻고 초기영역은 1차 객체영역을 침식 연산을 수행하여 얻는다. 이와 같이 후보영역 (그림3의 (a)) 과 초기영역(그림3의 (b))으로부터 두 영역간의 사이를 확장영역으로 설정한다.



(a)후보영역 (b)초기영역 (c)확장영역
그림3 영역확장의 시점과 후보영역

2.3 확장영역 내에 새로운 윤곽선 추출

확장영역으로 지정된 영역에는 객체의 완전한 윤곽선을 포함하게 된다. 앞서 얻은 윤곽선 영상에서 확장영역에 위치하는 윤곽선이 객체의 최외각에 위치하는 윤곽선이 될 가능성이 높다. 또한 확장영역에서만 고려한다면 배경잡음으로 인한 잡음성분간섭이 줄어들어서 미약한 윤곽선성분으로 인해 객체 윤곽선정보에 포함되지 않았던 윤곽선성분이 포함 될 가능성이 높아진다. 이를 이용하여 두 번째 윤곽선 SE_n 을 얻는다. 윤곽선 영상에서 확장영역 내에서 최외각 최초 큰값을 가지는 윤곽선들의 평균을 2차임계값 $T_{minedge}$ 로 설정하고 식(3)과 같이 $T_{maxedge}$ 보다 작고 $T_{minedge}$ 보다 큰 윤곽선을 찾아서 새로운 윤곽선 SE_n 을 추출한다.

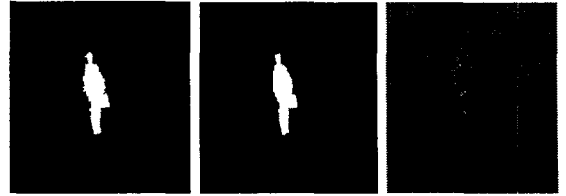
$$SE_n = \{x \in DE_n \mid T_{min edge} < x < T_{max edge}\} \quad (3)$$

2.4 시점영역에서 확장알고리즘

앞서 설명했던 기초영역의 경계화소 값은 객체의 영역에 해당하므로 시점으로 두고 후보영역의 경계화소 값은 배경영역에 해당하므로 중점이 되고 두지점간의 차이가 배경과 객체를 나누는 중요한 값이 된다. 이 차이값을 넘지 않는 지점까지 시점에서 영역이 확장하게 된다. 하지만 객체 내에도 각 화소간의 차가 큰 경우가 존재하고 또한 후보영역의 경계화소값과 시점영역의 경계화소값과 유사한 경우도 존재하므로 이를 보정하기 위해서 앞서 구했던 윤곽선 SE_n 을 이용하여 보정하게 된다. 시점부터 중점까지 확장 되는 구간에 새로운 윤곽선 SE_n 이 존재한다면 그곳까지 확장을 하고 멈추게 하는 방식이다. 그림4의 (a)는 이 방법이 적용된 영역을 나타내는 영상이다[3].

2.5 후처리

구해진 객체는 확장영역 내의 미세한 잡음성분으로 인해 경계면에 잡음 성분이 존재한다. 이를 제거하기 위하여 얻어진 마스크 영상에 모폴로지 필터, Opening 과 Closing 연산을 통하여 잡음을 제거하였다. 결과는 그림4의 (b)영상이다.



(a)최종객체 (b)후처리 (c)추출된 객체
그림 4 추출된 객체 결과

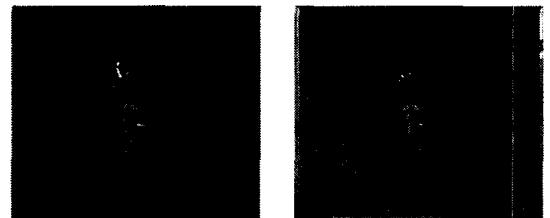
III. 실험결과 및 고찰

제안한 알고리즘의 성능을 평가하기 위하여 352*288 CIF Hall monitor 연속영상을 시험영상으로 사용하였다.



(a)73프레임 (b)1차객체영역 (c)최종객체영역
그림5 Hall monitor원영상과 단계별 객체영역

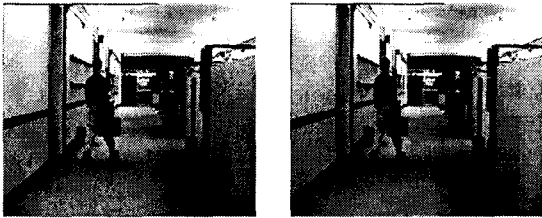
그림 5의 (b)는 윤곽선 정보로 추출한 영상을 보여 주고 있다. 객체 이미지의 상단과 중단에 배경이미지와 비슷한 특성으로 인해 손상된 객체가 추출 되어졌다. 최종 객체 영역을 나타내는 그림5의 (c)에서는 이러한 손상부분이 보완되었음을 볼 수 있다.



(a) 1차 객체영상 (b) 최종 객체영상
그림6 객체영역으로 추출된 객체영상

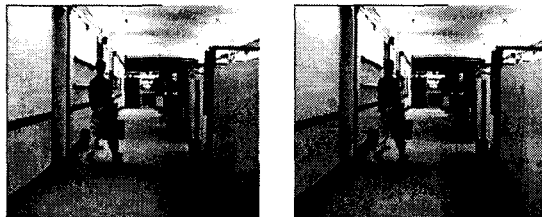
그림 6은 1차 연산 후 얻어진 객체영상과 추출된 최종 객체영상을 보여주고 있다.

그림7의 연속된 영상에 제안한 알고리즘을 적용하여 얻어진 객체영상을 그림8에 나타내었다. 후처리를 위해 사용한 모폴로지 연산은 5x5 Opening과 5x5 Closing 연산을 연속적으로 사용하였다.



(a) 42th frame

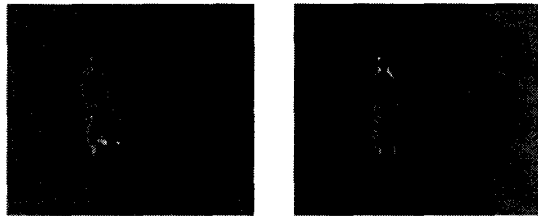
(b) 43th frame



(b) 44th frame

(c) 45th frame

그림 7 Hall monitor 입력 영상



(a) 42th frame

(b) 43th frame



(b) 44th frame

(c) 45th frame

그림 8 추출된 객체영상

그림9는 배경이 복잡한 환경에서 실험한 영상이다. 그림 10의 결과영상을 보면 비교적 객체가 잘 분할되는 것을 볼 수 있다.



그림 9 배경이 복잡한 환경에서 실험한 영상



그림 10 결과영상

V. 결론

본 논문에서는 윤곽선 영상에서 첫 번째 임계값으로 추출된 윤곽선을 이용하여 얻어진 불완전한 객체영상을 얻은 후 객체영역간의 밝기값 유사성정보와 후보영역 내에서 설정한 2차 임계값으로 얻어진 새로운 윤곽선 정보를 이용하여 불완전한 객체영상에 대한 보정을 수행함으로써 객체와 배경 사이의 유사성으로 인한 불확실한 영역을 보완하여 정밀한 객체를 추출할 수 있도록 하였다. 따라서 제안한 알고리즘은 잡음이 존재하고 배경과 객체가 유사한 밝기값을 가지는 영상에서 객체를 효율적으로 분할함을 확인하였다.

참고문헌

- [1] 정철곤 김중규, "연속영상에서 motion 기반의 새로운 분할 알고리즘," 한국통신학회, vol. 27 pp 240-248, Mar. 2002.
- [2] 김중기 이호석, "실시간 고압축 MPEG-4 부호화를 위한 비디오 객체 분할과 프레임 전처리," 한국통신학회, vol. 28 pp147-161, Feb. 2003.
- [3] Changick Kim and Jenq-Neng Hwang, "Fast and Automatic Video Object Segmentation and Tracking for Content-Based Application," *IEEE Trans Circuits Syst. Video Technol.*, vol. 12, pp122-129, Feb. 2002.
- [4] J.R.Parker, "Algorithms for Image Processing and Computer Vision," *Wiley Computer Publishing*, 1996.
- [5] Rafael C. Gonzalez and Richard E. Woods, "Digital Image Processing," *Prentice Hall*, 2001.