# 다중 임계치 기반의 국부적 워터쉐드 알고리즘을 이용한 자동 객체 분할

이지호*, 유홍연*, 홍성훈*
*전남대학교 전자정보통신공학과
e-mail : daystar@vip.chonnam.ac.kr

# Moving Object Segmentation Using Multiple Threshold Based Local Watershed Algorithm

Ji-Ho Lee*, Hong Yeon Yu*, Sung-Hoon Hong*
*Dep of Electronic Information Engineering, Chonnam National University

요 약

본 논문에서는 실시간 처리에 적합한 효율적인 동영상 객체 분할 알고리즘을 제시한다. 제안된 동영상 객체 분할 알고리즘은 임계치 적용과 지역적 워터쉐드 알고리즘을 복합적으로 적용하였다. 첫째로 임계치 분할방법을 사용하여 초기 객체 마스크를 구성하였고 이러한 초기객체 마스크는 현재영상에서의 영역분할을 위한 입력으로 들어가게 된다. 최종적으로 지역적인 워터쉐드 분할방법을 초기 객체영역의 불명확한 지역에서만 다시 수행하여 최종적인 객체영역을 획득하여 기존 방식에 비해 분할시간을 줄였으며 분할성능을 높였다. 본 논문에서는 잡음환경에서 객체를 추출하기위해 복합적인 분할방식에 초점을 두었다. 이러한 복합적인 분할방법을 사용함으로써 객체 마스크 추출성능의 향상과 수행시간절약을 가져올 수 있었다.

## 1. 서론

정지영상에서 객체를 분할하는 알고리즘은 과거 오랜 기간 동안 계속 연구되어왔다. 이러한 정지영상에서 객체를 분할하는 알고리즘을 동영상에 적용하는 기술은 MPEG4 컨텐츠 기반 부호화 시스템의 중요 기술이고 또한 영상편집, 검색, 감시시스템, 방송, 게임 및 애니메이션 등 비디오 내용을 기반으로 하는 모든 멀티미디어 산업에 기본적으로 활용될 수 있는 중요한 기술이다. 그래서 객체분할에 관한 다양한 연구 활동이 진행되고 있다. 이러한 기술의 기존의 방법은 객체의 윤곽선을 이용한 분할방법, 객체의 움직임의 추적을 이용한 분할 방법, 영역기반을 이용한 분할 등 다양한 방법이 있다. 그 중에서 워터쉐드를 이용한 영역 기반 분할 알고리즘이 최근 각광받기 시작하였다. 이러한 워터쉐드 알고리즘은 다양한 방식이 있는데 이 중에서 워터쉐드 방식으로 가장 잘 알려지고 성능도 뛰어난 방법으로는 Vincent와 Soille가 제안한 잠입 기반 워터쉐드 알고리즘이 있다[1].

하지만 기존의 워터쉐드방식을 이용한 분할 알고리즘은 영상전체에 걸친 불필요한 영역분할로 인해 실시간 동영상 내에 적용하여 사용하기에는 충분히 빠른 시간을 제공하지 못하였다[2]. 또한 동영상에서 매 프레임 마다 그러한 알고리즘을 적용 하여 수행할 경우 정지영상 처리에 비해 과다한 연산 과정이 필요하게 된다[2].

이러한 문제점을 개선하기 위하여 본 논문에서는 두 가지의 복합적인 분할 방법을 사용하여 객체를 분할하는 연구가 이루어졌다. 첫째로 차영상에서 잡음에 강인한 임계값을 획득하여 초기 객체 영역을 분할하고, 두 번째로 분할된 초기 객체의 경계선 부

근에만 적용시킨 지역적 워터쉐드 알고리즘을 이용하여 최종적인 객체 분할을 수행한다.

2장에서는 제안한 알고리즘의 전체 흐름에 대해 설명하고 2장의 소단원에서 알고리즘의 주요단계와 제안한 두가지 분할 방식에 대해 설명하고 3장에서는 실험결과를 설명하며 4장에서는 결론으로 끝을 맺는다.

## 2. 제안된 객체 분할 알고리즘

본 논문에서는 차영상에서 추출된 움직임 정보를 이용하여 초기 움직임 객체를 정의한 후에 이를 보완하는 현재영상의 영역 분할 정보를 이용하여 초기에 정의된 움직임 객체 경계선 부근에서만 워터쉐드 방식을 수행하여 최종적인 객체를 분할하는 방식을 사용하였다.

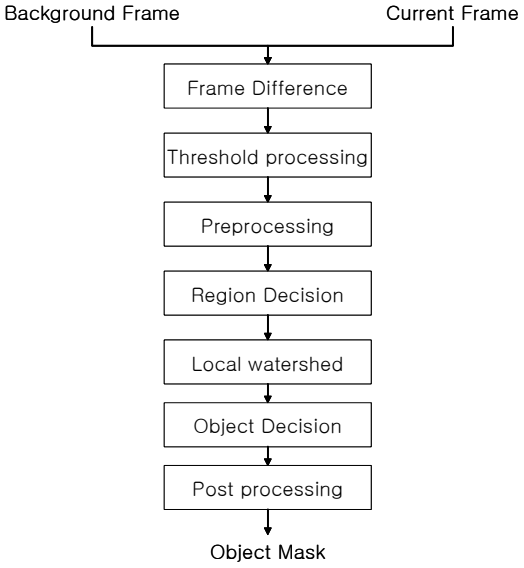



그림 1. 제안한 알고리즘의 블럭도

그림 1은 제안한 알고리즘의 전체 흐름도이다. 먼저 배경영상과 현재영상 간의 차영상을 구한 후 히스토그램의 확률분포를 이용하여 얻어진 임계값을 이용하여 움직임이 나타난 영역을 획득한다. 얻어진 이진 마스크영상에 첨가된 잡음을 제거하기 위해 선행처리과정을 거쳐서 초기 객체 마스크를 획득한다. 그 후 잡음과 임계값방식의 불완전성을 가정하여 초기 객체 마스크의 경계영역 부근의 일정영역을 불명확한 영역(Uncertainty Region)으로 정의하여 이곳에서 지역적인 워터쉐드 알고리즘을 이용하여 영역을 분할한 후 최종적인 객체가 추출된 객체마스크를 얻게 된다. 이에 대한 세부적인 내용은 다음과 같다.

### (1) Threshold process

본 논문은 차연산을 통해 얻어지는 차영상을 기초로 시작되게 된다. 기존의 히스토그램분포도를 이용한 임계값 분할 방식은 객체와 배경의 차이가 뚜렷한 차영상에 히스토그램을 구하면 그림 2와 같은 두 개의 분포형태로 나오게 되는데 한쪽은 객체화소 분포이고 다른 한쪽은 배경 화소 분포가 된다.

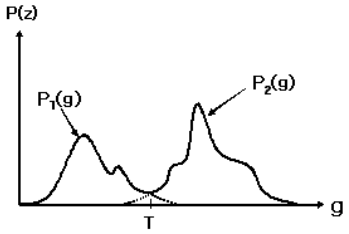



그림 2. 두 영역으로 구분된 영상의 히스토그램 분포도

이러한 두 분포도의 중간 밝기값을 택하면 객체와 배경을 구분 할 수 있는 최적의 임계값을 얻을 수 있다. 이러한 임계값을 구하기 위한 방법은 다음과 같다.

$$p(g) = \frac{1}{\sigma_1\sqrt{2\pi}} e^{-((g-\mu_1)^2/2\sigma_1^2)} + \frac{1}{\sigma_2\sqrt{2\pi}} e^{-((g-\mu_2)^2/2\sigma_2^2)} \quad (1)$$

식 (1)은 그림 2와 같은 히스토그램 분포 형태를 가우시안형태의 확률분포도 함수로 표현한 수식이다. $\sigma_1$은 오른쪽 분포곡선의 표준편차이고 $\mu_1$은 평균값이다. 마찬가지로 $\sigma_2$와 $\mu_2$는 왼쪽 분포곡선의 표준편차와 평균값이다. 이러한 수식을 Kittler 와 Illingworth 가 제안한 방식[3]을 사용하여 그림 2의 최적 임계값 T를 구하게 된다. 이러한 T를 임계값으로 하여 영상을 구분하게 되면 배경과 객체가 나뉘게 된다. 하지만 이러한 방식을 적용하기 위해선 히스토그램에서 두 분포도가 확연히 구분이 되는 분포곡선으로 이루어져야 한다. 만약 일반적인 차영상인 경우에는 움직임이 존재하여 객체로 인식된 영역이 배경영역에 비해 작고 차이값이 그리 크지 않는 경우는 객체 화소 분포도와 배경 화소 분포도가 겹치게 되어 차영상의 특성상 존재하는 배경잡음까지도 객체영역에 포함시키는 임계값이 구해지게 된다. 이런 점을 보완하기 위해서 구해진 1차 임계값 이상의 화소들에 다시 한번 히스토그램을 구한 후 동일한 방식을 다시 사용하여 잡음영역과 객체 영역을

분할하는 2차 최종 임계값을 얻어서 잡음영역이 제거된 객체를 표현하는 마스크 영상을 획득하는 방법을 사용하였다. 그림3은 이에 대한 결과영상이다.

(a) (b)

그림 3. 임계값 분할 방식을 이용하여 얻은 마스크 영상 (a)입력영상(b)2차 임계값의 이진화 영상.

(2) Local Watershed

앞의 과정에서 나온 초기 객체 마스크에 선처리 과정[4]을 거친 후 지역적인 워터쉐드를 적용하기 위해 세 영역을 설정한다. 추출된 초기 객체 영역의 인접지역을 불명확한 영역(Uncertainty Region)으로 지정한다. 이 후 불명확한 영역을 현재 영상에 투영하여 그 영역에서만 워터쉐드 알고리즘[1]을 사용한다. 기존의 워터쉐드 알고리즘에서 변형된 지역적 워터쉐드 알고리즘은 다음과 같다.

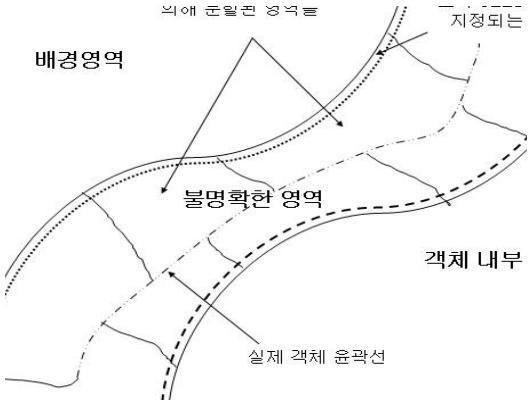



그림 3. 지역적 워터쉐드 알고리즘

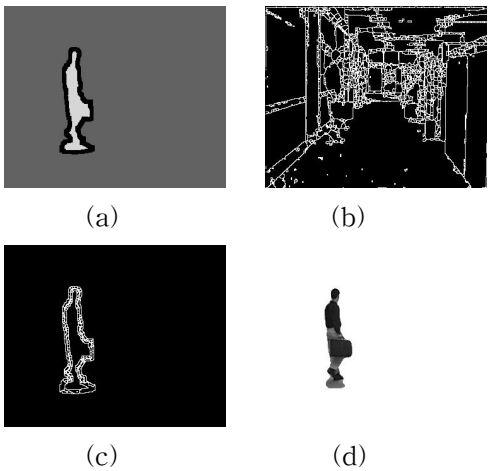
그림 3에서와 같이 세 영역으로 구분된 마스크영상에서 불명확한 영역 중에 객체 영역과 인접한 화소와 배경영역과 인접한 화소지점들을 찾는다. 찾아진 이 두 선의 위치를 현재영상에서 구해진 기울기 영상에 투영하여 기울기 값이 최소인 화소를 찾는다. 이러한 화소들이 초기 화소(Seed) 들이 된다.

각각의 초기 화소들은 영역을 처음 구성하고 대표하는 시작화소가 된다. 그리하여 초기 화소들은 각 영역을 구분하는 레이블이 매겨져 있게 된다. 초기 화소(Seed) 들의 주위의 화소를 우선적인 화소로 둔 후 기울기가 작은 순서대로 큐에 집어넣게 된다. 그리하여 초기 화소(Seed)주변의 화소가 전부 큐에 넣어졌다면 기울기 순서대로 화소를 하나씩 꺼내어서 인접한 거리가 최소인 초기화소영역에 포함시키는 방식진행이 된다. 각각의 영역에 화소가 포함되는 진행과정은 화소의 기울기 값에 따라 순차적으로 일어나게 된다. 초기 화소 주변의 화소들이 영역에 전부 포함되었다면 그 화소들의 주위 화소들을 큐에 집어넣은 후 앞서 수행했던 과정을 반복 수행하게 된다.

이러한 계속적인 확장이 기울기 순서대로 진행되다가 확장되어야할 기울기 값을 갖는 화소가 주위에 포함될 영역이 없이 독립적으로 존재한다면 또다른 새로운 초기 화소가 되는데 제안한 알고리즘에서는 이러한 초기 화소가 앞에서 설명한 다른 영역과 맞닿는 경계선 영역에서만 지정되게 한다. 그 외 지역에서 초기 화소가 생기면 주위에 인접한 영역과 거리 비교를 통해 가까운 영역으로 포함되게 한다.

영역확장이 수행되다가 다른 초기 화소부터 확장된 지역을 이루게 되는 화소를 만나면 확장을 멈추고 워터쉐드 경계선을 형성하게 된다. 이러한 연산의 수행이 끝난 후엔 불명확한 영역은 초기 화소로부터 확장된 개별적인 분할영역으로 나뉘게 된다.

이 후 인접 영역과 유사성을 이용하여 배경영역과 객체영역으로 구분 한 후 후처리를 거쳐 최종 결과영상을 얻는다.



(a) (b)

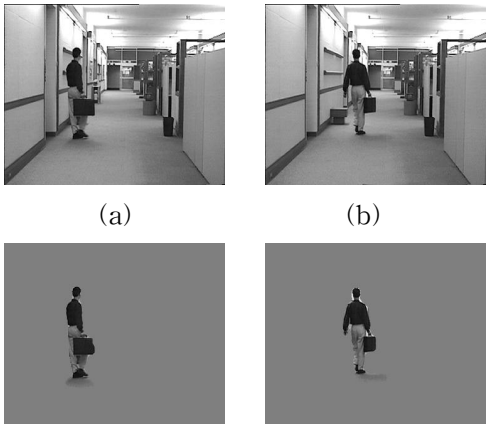
(c) (d)

그림 4. 기존방식과 제안한 방식을 적용한 영상. (a) 세 영역으로 구분된 마스크영상, (b)기존의 방식으로 영역을 구분한 영상, (c) 제안한 방식으로 영역을 구분한 영상.(d)최종 객체 분할된 결과영상.

그림 4의 (a)는 세 영역으로 분할된 입력 마스크 영상이며 (b)는 기존의 워터쉐드 방식을 사용하여 분할한 영상이다. 관심있는 객체의 외부지역에도 분할을 수행하여 이를 이용한 객체분할시스템은 연산시간이 상당히 많이 걸릴 것임을 알 수 있다. (c)는 본 논문에서 제안한 지역적 워터쉐드를 이용하여 초기객체 마스크 주위 영역만을 분할하여 수행시간과 불필요한 연산과정의 단축을 이룬 결과영상이다.(d)는 영역의 유사성을 이용하여 객체를 추출한 최종 결과영상이다.

## Ⅲ. 실 험

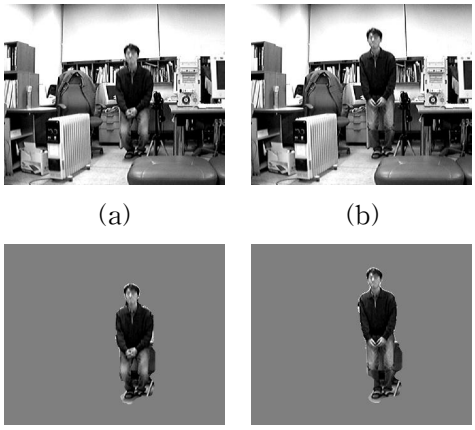
그림 5는 Hall Moniter CIF크기의 영상을 이용하여 수행한 결과 영상이다. (a), (b)는 입력영상이며 (c), (d)는 제안한 알고리즘에 의한 추출된 객체를 나타낸 영상이다. 1차 임계값을 적용한 것에 비하여 개선된 추출성능을 나타냄을 알 수 있다.



(a) (b)

(c) (d)

그림 5. Hall Moniter영상으로 실험한 결과 (a)36프레임, (b)53프레임 (c),(d)은 제안한 알고리즘을 이용한 분할 결과영상.



(a) (b)

(c) (d)

그림 6. 배경이 복잡한 환경에서 실험한 영상 (a)68프레임,(b)165프레임 입력영상 (c),(d)는 제안한 알고리즘을 이용한 분할된 결과영상

그림 6는 CCD카메라를 이용한 배경이 복잡한 환경에서 실험한 영상이다. CIF크기를 사용하였다. 배경이 복잡한 환경과 객체의 빠른 움직임에서도 비교적 객체가 잘 추출됨을 알 수 있다. 또한 그림자의 현상도 같이 추출된 것을 볼 수 있다.

## Ⅲ. 결론

본 논문에서는 수행속도의 개선과 잡음에 강인하며 객체분할이 정확한 자동 영상 분할 알고리즘을 제안하였다. 이를 위해 카메라에서 입력되는 배경잡음에 대한 오류개선과 워터쉐드 알고리즘이 지역적으로 적용되는 초기객체 생성을 위해서 히스토그램 분포도를 이용한 임계값을 두 번 적용한 방식을 사용하였다. 또한 초기객체에서 추출된 객체의 경계선 영역에서만 수행되는 워터쉐드 알고리즘을 사용하여 기존의 영상 전 영역에 걸쳐서 수행되는 워터쉐드방식에 비해 적용되는 영역을 줄여서 수행시간의 단축과 정확한 객체분할을 이루었다. 최종적으로 서로 다른 방식으로 수행되는 두 가지 분할 기법을 보완적으로 사용하여 객체 추출의 정확성을 높였다. 실험결과를 통해 이러한 방식이 잡음이 존재하는 환경에서도 객체 분할이 잘 수행됨을 증명하였다.

## 참고문헌

[1] Luc Vincent and Pierre Soille, "Watersheds in Digital Spaces: An Efficient algorithm Based on Immersion Simulations,"*IEEE Trans. Pattern Anal,* vol. 13, no. 6, pp. 583-597, June, 1991.

[2] Shao-Yi Chien, Yu-Wen Huang and Liang-Gee Chen, "Predictive Watershed: A Fast Watershed Algorithm," *IEEE Trans. Circuits Syst. for Video Technology,* vol. 13, no.5 pp.453-461, May, 2003.

[3] J.R. Parker *Algorithms for Image Processing and Computer Vision*, Wiley.

[4] 이지호, 유홍연, 홍성훈, "지역적 워터쉐드 알고리즘을 이용한 자동영상분할," *신호처리합동학술대회 논문집,* vol. 16, no. 1, pp.78, 2003.