

## 이동물체 분리를 위한 Seed 선정 및 영역 확장 알고리즘에 관한 연구

경태원 \*, 강승훈, 채옥삼  
경희대학교 전자계산공학과

# A Study on Seed Selection and Region Growing Algorithm for Moving Object Segmentation

T.W. Kyung \* · S.H.Kang · O.S. Chae  
Department of Computer Engineering KyungHee University  
[twkyoung@hanmail.net](mailto:twkyoung@hanmail.net), [khvision@hanmir.com](mailto:khvision@hanmir.com), [oschae@khu.ac.kr](mailto:oschae@khu.ac.kr)

### 요약

본 논문은 이동물체 영역을 신뢰성 있게 분리하는데 기초가 되는 seed를 정확하게 선정하고, 선정된 seed를 중심으로 영역을 확장함으로써 이동물체 영역을 분리하기 위한 방법을 제안한다. 고정된 카메라로부터 초기의 이동물체가 존재하지 않는 영상을 참고영상으로 하여 입력영상과의 차영상은 구하고 차영상의 히스토그램에서 배경잡음 모델링을 통해 배경잡음을 제거한다. 그리고 배경잡음이 제거된 차영상에서 Local Maxima들을 이용해 후보 seed를 선정한 후, 이드의 특징값들을 분석하여 이동물체의 seed와 배경의 seed를 결정하고 이 두 개의 seed를 기반으로 watershed 알고리즘을 적용하여 영역을 확장함으로써 이동물체 영역을 추출한다. 제안된 방법을 실제 상황에서 얻은 다양한 영상 열에 적용한 결과, 기준의 영역분리 알고리즘보다 주위 잡음의 영향을 적게 받으며 효과적으로 이동물체를 분리할 수 있음을 확인할 수 있었다.

### 1. 서론

연속적으로 입력되는 영상으로부터 이동 물체를 추출하고 이 물체를 추적하는 연구는 최근 침입자 감시 시스템과 같은 유동적 형태인 인간의 추출과 추적에 관한 연구가 관심의 대상이 되고 있다[1-2]. 이러한 이동물체 검출방법은 크게 영역추출과 인식의 두 가지 단계를 거친다. 우선 첫 번째 단계인 영역분할 단계에서는 영상에서 이동물체라고 의심되는 영역을 추출하고, 두 번째 인식 단계에서는 추출된 각 영역의 특징들을 이용하여 판단하는 단계가 된다.

영상에서 물체의 움직임을 추출하는 가장 간단한 방법은 이동물체가 존재하지 않는다고 확인된 참고 영상(Reference Image)과 새롭게 입력되는 영상간의 차를 구하게 되면 영상에서 이동물체 영역만을 탐지해 낼 수 있다. 하지만 이러한 차영상(Difference Image) 방법은 실제 환경에서는 배경부분의 작은 변화에 민감한 다양한 잡음을 나타내게 된다. 실제 환경에서 차영상내에 나타나는 다양한 잡음을 제거하고자 하는 많은 연구가 진행되고 있다[3-4].

차영상에 나타나는 노이즈는 대부분 순간적인 주위 조명의 변화나 바람 등으로 인해 나타나는 나뭇가지의 작은 움직임, 구름 등으로 인해 나타나는 영상의 전체적인 밝기

값의 변화등이 있다. 차영상에서 배경부분의 노이즈는 보통 차영상의 히스토그램을 보면 낮은 쪽의 그레이 값이 갖는 것이 일반적이다. 차영상의 배경 부분에 나타나는 노이즈를 제거하고 물체를 추출하는 방법은 크게 배경부분의 노이즈를 모델링하여 임계값을 설정하고 설정된 임계값을 바탕으로 배경 영역을 제거하여 이동물체를 추출하는 방법[5], 차영상에서 이동물체라고 생각될 수 있는 영역을 선택하여 이 영역을 기준으로 수리 형태학(Mathematical Morphology)에 기반한 watershed 알고리즘을 이용하여 차영상을 분할하는 방법[6]과 차영상 히스토그램에서 높은 밝기값을 갖는 부분이 이동물체일 가능성이 많다는 가정 하에 높은 밝기값을 갖는 영역 중 일부를 seed로 하고 배경이 가능한 적게 포함되면서 이동물체가 모두 포함된다고 생각되는 낮은 임계값을 설정하여 해당 밝기값까지 영역을 확장해 나가는 hysteresis method 방법[7]등이 있다.

하지만 배경의 노이즈를 모델링하여 배경 영역을 제거하는 임계값을 선택하는 방법의 경우 실제 선택된 임계값을 갖고 차영상은 이진화 하기 위해서는 영상에 나타나는 이동물체에 대한 기본적인 밝기값 정보나 크기 정보 등을 먼저 알고 있어야 하며, 주위 배경의 변화에 적절하게 적응하지 못하는 단점이 있다. 또한 최적의 임계화가 결정된다 하더라도 하나의 전역 임계치로 다양한 침입자와 경계가 존재하는 영상에서 이동 물체를 정확하게 분리하기란 불가능하다. Watershed 방법을 이용하는 경우 전체 영상을 대상으로 하기 때문에 과분할의 문제의 극복이 어렵다. Hysteresis 방법의 경우 차영상에서 선택된 초기 seed를 이용하여 배경의 영역이 포함되지 않는 범위까지 확장을 수행함으로 인해 이전의 방법들 보다는 신뢰성이 높은 결과를 얻을 수 있으나, 영상내에 존재하는 이동물체의 seed가 되는 영역이 한정되기 때문에 초기에 seed 선택에 실패하는 경우 해당 이동물체 영역은 전혀 확장이 되지 않는 문제가 생기게 된다. 이러한 문제는 이동물체 영역의 밝기값이 사용자가 지정한 상한 임계치보다 낮은 경우에 발생하게 되며, 영상내에서 하나의 이동물체가 부분적으로 서로 다른 밝기값을 갖거나 두 종류 이상의 밝기값을 갖고 있는 경우라 할 수 있다.

본 연구에서는 이러한 기준의 차영상에서 이동물체 영역을 추출하는 방법들의 문제점을 해결하기 위한 차영상에서의 영역 확장 기반 이동물체 영역 추출 방법을 제안한다. 제안된 연구에서는 우선 차영상에서 배경을 모델링하여 배경이라 확신할 수 있는 영역을 제거하고 local

maxima 를 이용하여 영역 확장을 위한 초기 seed 를 선택함으로써 hysteresis 방법의 문제인 seed 선택의 오류를 최소화하고 최종적으로 확인된 배경영역과 local maxima 를 이용해 추출된 seed 를 중 배경이라 생각되는 seed 를 제거한 영역을 기반으로 watershed 영역 확장기법을 사용하여 이동물체의 영역을 추출한다.

## 2. 제안한 이동물체 분리 알고리즘

### 2.1 제안한 알고리즘의 수행 과정

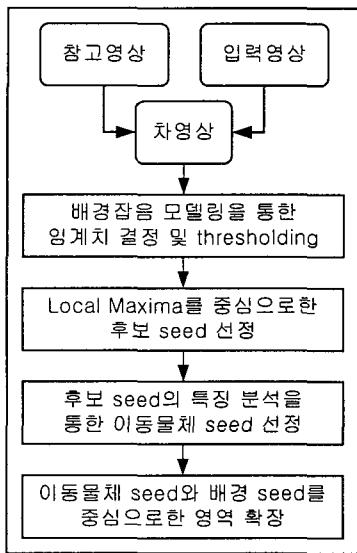


그림 1. 제안된 알고리즘의 수행 절차

본 연구에서 제안하고 있는 seed 선정 및 확장을 통한 차영상에서 이동물체를 추출 방법은 그림 1 과 같다. 참고 영상과 새롭게 입력되는 현재 영상과의 차영상 히스토그램에서 배경임을 확신할 수 있는 부분을 제거하기 위한 배경잡음을 모델링을 통해 이동물체가 포함되지 않는 범위내에서 최대한 배경을 제거하기 위한 임계치를 결정한다. 결정된 임계치를 이용해 차영상에서 배경부분을 제거하고, 남겨진 이동물체라고 생각되는 영역에서 local maxima 를 이용하여 초기 seed 선택을 위한 확장을 수행한다. 이때 확장된 영역이 이동물체 영역인지 아니면 주위 환경의 변화로 인한 배경잡음 영역인지를 각 영역의 특징값을 분석하여 seed 영역의 수를 줄인다. 마지막으로 이동물체라고 생각되는 선택된 seed 와 배경이라고 확신한 영역을 또 다른 seed 로 사용하여 차영상의 gradient 영상에서 watershed 방법을 적용해 이동물체 영역을 추출한다.

### 2.2 차영상에서의 배경 잡음 모델링

이상적인 환경에서의 차영상 방법은 순수하게 이동물체만을 추출하게 된다. 하지만 일반적인 실외영상의 경우 고정된 배경이라해도 외부 조명의 변화나 배경 물체의 흔들림 등으로 인해 차영상에는 이동물체 뿐만 아니라 배경 부분에서도 참고 영상과 입력 영상과의 차이가 발생하게 된

다. 이러한 배경으로부터 생성되는 잡음의 경우 그 이동물체 영역과는 어느 정도 구분되는 특성을 갖게 된다.

이동 물체 영역의 경우 배경과의 차를 구하면 일반적으로 배경 잡음과는 다르게 그 차이가 커서 차영상에서는 높은 밝기값을 갖게 된다. 하지만 배경 잡음의 경우에는 일반적으로 낮은 값을 갖게 된다. 이러한 특성을 바탕으로 배경의 잡음을 모델링하여 이동물체 영역 구분을 위한 임계값을 선택하여 영역을 추출하는 연구가 수행되었다[8]. 본 연구에서는 이러한 배경의 특성을 모델링하는 방법을 이용하여 차영상에서 배경영역을 우선 제거한다.

이동물체 추출을 위한 배경 잡음 모델링 방법은 기존의 방법들 중 가장 간단하게 배경 부분을 제거하는 방법을 이용한다. 차영상의 히스토그램은 영상의 잡음 ZMND (Zero Mean Normal Distribution)  $N(0, \sigma^2)$ 에 의해 모델링 할 수 있다. 영상에서는 양의 수 만을 사용하기 때문에 그림 2.(a) 와 같이 양수 값에 대한 정규 분포(Normal Distribution)  $2N(0, 2\sigma^2)$ 로 나타낼 수 있다[9]. 배경이 제거된 영상은 이동물체의 영역은 최대한 포함하면서 배경은 최소화 되는 영상이 된다. 그림 2.(b)는 차영상의 배경 노이즈를 정규분포로 모델링하여 1 차적으로 임계화를 수행한 결과를 보여주고 있다. 그림에서와 같이 차영상에서 이동물체가 나타나지 않는 부분이 충분히 제거되는 현상을 볼 수 있다.

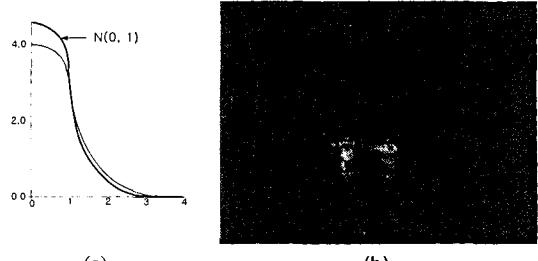


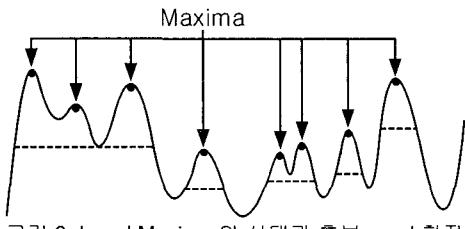
그림 2. 차영상에서 잡음과 정규 분포에 대한 확률 밀도함수 그래프와 잡음이 제거된 영상

### 2.3 이동물체 seed 추출

그림 2 의 (b)의 결과에서 보는 것처럼 차영상의 히스토그램을 모델링하여 추출된 영역을 보면 이동물체 영역뿐만 아니라 배경영역의 일부가 추출된 결과를 볼 수 있다. 이러한 현상은 배경에 존재하는 고정 물체에 순간적인 조명의 변화가 있거나 배경으로 추출되어야 할 배경 물체의 흔들림 등으로 인해 나타나는 현상이다. 이동물체 추출 연구들에서는 위의 문제를 해결하기 위해 많은 연구들이 진행되고 있다[5]. 본 연구에서는 이러한 문제를 해결하기 위해 우선 배경이 제거된 영상에서 순수한 이동물체 영역만을 추출하기 위해 남겨진 영상에서 local maxima 를 이용해 이동물체 영역의 후보 seed 를 추출하고 추출된 seed 를 기반으로 확장을 수행한다. 수행된 결과 후보 seed 들에 대해 배경의 seed 인지 이동물체의 seed 인지를 분석하여 확장을 진행할 seed 의 수를 줄인다.

후보 seed 의 추출은 local maxima 를 추출하고 이를 중심으로 입력 영상에서 최고 밝기값과 배경 노이즈 분석을 통해 추출된 임계값 사이의 일정 비율 만큼 확장을 수행한다. Local maxima 를 이용해 확장의 기본이 되는 후보 seed 를 추출하는 것은 동일한 배경에 나타나는 이동물체

들이 모두 비슷한 밝기값을 갖지 않으며, 동일한 물체일지라도 영역별로 서로 다른 밝기값을 갖을 수 있는 사람과 같은 이동물체의 seed 추출을 원활하게 하기 위함이다. 또한 영상에서 상대적으로 어두운 부분의 이동물체 영역도 쉽게 추출할 수 있기 때문이다. 그림 3은 local maxima를 이용하여 후보 seed 가 선택되는 모습을 보여주고 있다. 후보 seed 가 선택된 초기에는 모든 local maxima 들을 중심으로 영역을 확장하기 때문에 seed 의 개수가 많지만 확장을 수행한 후에는 범위 내에 포함되는 local maxima 들은 하나의 영역으로 합쳐지게 된다.



#### 2.4 이동물체 seed의 판별

Local maxima 들을 중심으로 확장된 영역들은 비슷한 성질들을 갖는 픽셀들끼리 군집을 이루게 된다. 이렇게 유사성이 있는 영역들에게 일련의 번호를 부여함으로써 정렬하는 레이블링 과정을 거친다. 레이블 영상에는 이동물체 뿐만 아니라 배경부분의 seed 가 되는 영역들도 포함되어 있다. 따라서 이를 레이블 영역들로부터 측정된 특징값들을 분석함으로써 이동물체를 정확히 추출하는데 핵심이 되는 후보 seed 가 아닌 실제 seed 를 선정하게 된다.



그림 4. 추출된 후보 seed

우선 후보 seed 의 면적과 최저 밝기값을 기준으로 일부 후보 seed 를 제거한다. 본 연구는 남겨진 후보 seed 영역에서 영역에 관련된 다수의 특징들을 추출하여 이를 특징값을 분석하였다. 그 결과 영역의 평균 밝기값과 면적 정보가 후보 seed 들을 배경의 seed 인지 이동물체의 seed 인지를 판별하는데 좋은 기준이 됨을 확인할 수 있었다. 배경 영역에 포함된 seed 들의 특성은 평균 밝기값이 대체로 낮고 면적은 넓게 분포하는 반면, 이동물체에 포함된 seed 들은 상대적으로 높은 평균값에 면적은 일정하게 분포되어 있는 것을 확인할 수 있었다.

이에 제안된 연구에서는 위의 두 개의 특징들을 아래의 그림 5.(a)의 특징 그래프에서 이동물체 영역과 배경 영역들이 서로 만나게 되는 부분을 선택하여 배경 seed 를 제거한다.

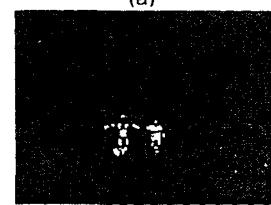
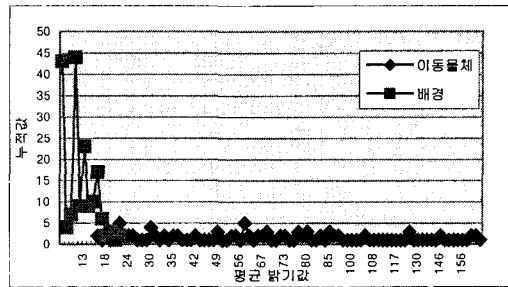


그림 5. 특징값의 누적 그래프와 선택된 이동물체 seed

#### 2.5 Seed 를 중심으로 영역 확장

제안된 방법에서는 local maxima 를 통해 추출된 이동물체의 seed 를 기반으로 차영상의 gradient 영상에 대하여 확장을 수행하게 된다. 확장을 수행하는 방법은 수리 형태학에 기반한 영역확장에 많이 사용되는 watershed 방법을 이용한다[6]. 일반적인 watershed 방법의 경우 local minima 나 local maxima 를 이용하는 경우 영상 전체에서 과분화의 문제와 속도가 느려지는 단점이 있다.

제안된 연구에서 사용하는 차영상은 이미 배경 영역이 하나의 영역으로 선택되어져 확장될 영역의 개수가 seed 의 수와 일치하고 있기 때문에 속도가 느려지는 문제를 해결할 수 있다. 그러나, 이동물체가 나타나는 차영상의 경우 이동물체를 추출하기 위해서는 물체의 외곽선을 정확하게 구분하여야 하는 문제가 있다. 이동물체라고 판단되는 seed 만을 가지고 확장을 수행하는 경우 확장의 중결 조건은 결국 배경영역과 만나는 경우에만 확장이 종결되게 된다. 본 연구에서는 이러한 이동물체의 외곽선이 기준의 watershed 방법으로는 정확하게 추출될 수 없음을 확인하고 다음과 같은 방법을 사용한다.

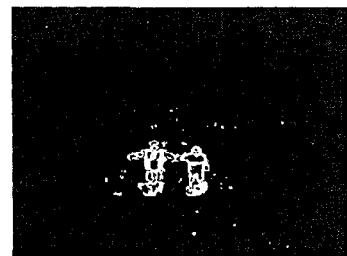


그림 6. 최종적으로 선택된 seed 영역 (검정색)

우선 이동물체라고 판단된 seed 영역 이외에 아전에 배경으로 선택되었던 배경 영역을 새로운 seed 로 선택하고, 배경이 제거된 차영상에 대해 gradient 영상을 생성한다. 이러한 단계를 거치게 되면 차영상은 배경의 seed 와 이동

울체의 seed, 그리고 이동울체의 외곽선이 존재할 것으로 생각되는 두 seed 사이의 undefined 영역으로 나누어지게 된다. 이러한 세 개의 영역에서 선택된 이동울체와 배경의 seed를 기반으로 영역 확장을 수행하게 되면 기존의 방법에서 나타났던 부정확한 외곽선 추출의 문제를 해결할 수 있게 된다. 또한 확장을 영역의 수가 적기 때문에 watershed의 문제점 중의 하나인 속도의 개선이 가능하다. 그림 6은 하나의 영상 안에 이동울체의 seed와 배경의 seed를 모두 포함하고 있는 영상을 보여준다.

### 3. 구현 및 연구 결과

본 연구에서 제안한 영역 분할 방법을 테스트하기 위한 환경으로 AMD 950Mhz, RAM 256MB, Visual C++ 6.0 을 이용하였으며, 영상처리 알고리즘 개발 도구인 "Hello-Vision 2000"의 내부 함수로 알고리즘을 개발하였다. 실험에 사용된 영상은 디지털 캠코더를 이용하여 여러 가지 배경물체가 존재하는 실외환경을 촬영하여 사용하였다.

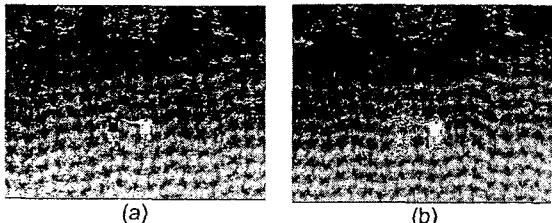


그림. 7 최종 처리 결과

그림 7은 제안된 방법을 사용하여 처리된 결과 영상을 보여주고 있다. 그림 7의(a)의 입력 영상과 (b)는 제안된 방법으로 영역이 분리된 결과를 원 영상에 *overlay* 하여 보여주고 있다. 그림에서 보는 바와 같이 기존의 방법에서는 결정하기 어려운 이동물체의 외곽선 위치를 명확하게 보여 주고 있음을 알 수 있다.

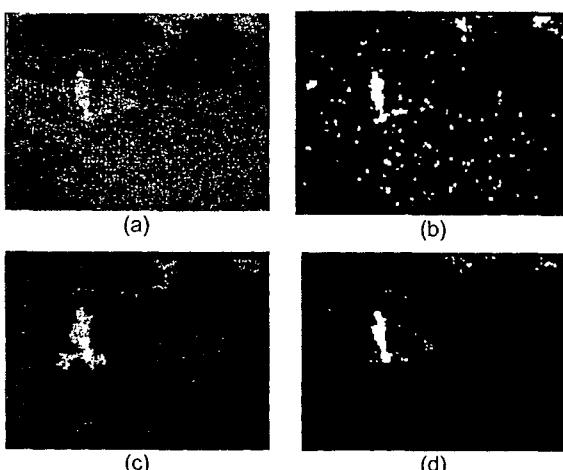


그림 8 기존 방법과의 비교

그림 8은 서론에서 언급했던 기존의 차영상에서 이동물체 분리 알고리즘과의 비교 결과를 보여준다. 온선 (a)는

차영상의 배경을 모델링하여 추출된 임계값을 이용하여 차영상을 임계화한 결과를 보여준다. 그림에서 보는 바와 같이 이동물체의 외곽선이 명확하지 않다. 또한 영상내에서 서로 다른 밝기값을 갖는 두 개 이상의 이동물체가 존재하는 경우 영역의 일부가 손실된다. 그럼 (b)는 [6]에서 보인 과분할을 막기 위한 영역 marker를 이용한 watershed 방법의 결과를 보여주고 있다. 외곽선이 (a)의 그림보다는 정확히 추출되었으나 region merging을 수행하기 이전의 영역의 수가 제안된 방법보다 월등히 많다. 다음의 그림 (c)는 [7]에서 사용하는 hysteresis 방법을 이용한 결과이다. 일부의 이동물체는 정확히 추출되었으나 서론에서 언급했던 것처럼 하나의 이동물체 내에 서로 다른 밝기값을 갖는 영역이 존재하는 경우 영역이 분리되거나 전혀 나타나지 않는 것을 볼 수 있다. 그럼 (d)는 제안된 방법을 통해 추출한 이동물체 영역을 보여주고 있다. 영역을 정합한 기준은 이동물체 seed에서 확장되었으며, 서로 인접한 경우로 한정하였다.

#### 4. 결론 및 향후 연구 방향

본 논문에서는 차영상에서 이동물체 영역의 분리 방법을 제안하였다. 제안된 방법은 기준에 연구에서 문제시되고 있는 고정된 배경 영역에서 배경 물체의 순간적인 변화로 인해 나타나는 다양한 종류의 잡음 속에서도 효과적으로 이동물체 영역 추출이 가능함을 보이고 있다. 또한 기준 방법에서 쉽게 추출할 수 없었던 이동물체의 외곽선이 신뢰성 있게 추출되고 있음을 확인할 수 있었다. 제안된 방법은 이동물체 영역을 추출하는 방법으로 이 방법을 이용해 이동물체를 판별하는 방법은 새로운 연구 과제라 할 수 있다.

참고문헌

- [1] Daniel A. Pritchard, "Status of the Video Imaging System for Detection Tracking and Assessment(VISDTA) Scanning Sensor Program," IEEE, ICCST'92 pp.194~196, 1992.
  - [2] HongJiang, Yihong Gong, "Moving Object Detection, Tracking and Recognition", The Third Internal Conference on Automation, Robotics and Computer Vision, Singapore, Nov 9-11, pp.1990~1994, 1994
  - [3] H.Duane arlowe, Denise E. Coleman, "The Mobile Intrusion Detection and Assessment System(MIDAS)," IEEE, ICCST '90. pp.54-56, 1990.
  - [4] Daniel A.Pritchard, "Status of the Video Imaging System for Detection Tracking and Assessment(VISDTA) Scanning Sensor program, " IEEE, ICCST '92 pp.194-196 1992
  - [5] Paul L. Rosin, "Thresholding for Change Detection", Brunel University
  - [6] P.Soille, "Morphological Image Analysis". Springer 1999.
  - [7] OkSam Chae and SeungHoon Kang, "Intruder Detection in Difference Image Using the Region Growing Based on Shape Features", CISST'2001 Vol I, pp.449-459, July,2001
  - [8] Q.Cai, A.Mitiche, J.K.Aggarwal,"Tracking Human Motion in An Indoor Environment," IEEE Proceeding ICIP-95 Vol.1, pp.215-218, 1995.