

# 향상된 Canny edge detector와 Freeman chain code를 이용한 환경 변화에 강인한 이동 객체 윤곽선 검출

정회원 장혜경\*

## The more environmentally robust edge detection of moving objects using improved Canny edge detector and Freeman chain code

Hye-Kyoung Jang\* *Regular Member*

### 요약

본 논문에서는 가우시안 배경 추출과 입력영상을 이용한 이동 객체 영역 Edge 검출 방법을 제안한다. 입력되는 영상으로부터 배경을 추출한 후 배경과 입력영상의 Edge를 구하고 그 두 영상의 차 연산을 통해 움직이는 객체의 대략적인 형태가 포함된 Edge 영상을 알아낸다. 그 다음 닫힘 연산을 통해 끊어진 Edge 성분들을 서로 연결시킨다. 그 후 각각의 Edge의 길이를 비교하여 일정 길이 이하의 Edge 성분을 제거함으로써 최종적으로 이동 객체 영역의 Edge를 검출한다. 제안한 방법으로 실험을 통해 성능을 확인하였다.

**Key Words** : edge detection; background subtraction; moving object contour detection.

### ABSTRACT

This paper suggests the edge detection of moving objects using the gaussian background extraction and input image. After extracting the background from input image, we can get the edge images from the background image and the input image, respectively. we can obtain the edge image include rough shape of moving objects by subtraction of those edge images. And then, by the closing operation of morphology we are able to connect between broken edge elements. Next, through comparing the length of between edge elements, we removed the edge elements under a specific length and finally can detect the edge of moving objects. we confirmed the performance using experiment with our proposal.

### I. 서론

최근 늘어나는 범죄, 사건 및 사고로 인해 보안에 대한 요구가 증가하고 있다. 기존에 설치된 CCTV 및 mega-pixel 카메라와 같은 영상 장비를 활용하는 지

능형 영상 시스템의 개발이 이루어지고 있다<sup>[1]</sup>.

지능형 영상 시스템은 입력되는 영상에서 이동 객체들을 스스로 검출, 인식 및 이를 분류함으로써 운영자가 원하는 역할을 수행하는 자동화된 시스템을 말한다. 지능형 영상 시스템의 가장 기본은 입력되는 영

\* 경남정보대학 모바일콘텐츠개발(janghk@eagle.kit.ac.kr)

논문번호 : 12003-0209, 접수일자 : 2012년 2월 9일, 수정일자 : 2012년 4월 4일, 게재확정일자 2012년 4월 21일

상에서 이동하는 객체를 검출하는 것이다. 이는 이동 객체를 검출하는 성능에 따라 지능형 영상 시스템의 성능이 결정된다고도 할 수 있다. 이동 객체를 검출하는 방법은 입력과 배경의 차로 검출하는 기법<sup>[2,3]</sup>, 이전 프레임 차를 이용한 기법<sup>[4]</sup>, Edge 추출 기법<sup>[5]</sup>이 있다. 입력과 배경 차 기법은 정해진 배경영상과 입력 영상의 차이를 구하여 배경 부분을 제외하는 객체 분할하는 방법으로 이동하는 객체의 검출에 많이 쓰이는 방법이다. 이는 배경이 잘 획득 되었을 경우와 조명의 변화가 크지 않을 경우 높은 검출 성능을 보인다. 그러나 배경영상의 획득이 잘못 되었거나 바람에 의한 배경의 움직임, 조명의 변화 등에 민감하게 반응하여 성능이 저하되는 단점이 있다. Edge 추출 기법은 입력된 영상에서 Edge를 추출하고, 추출된 Edge에서 배경을 제거한 후 객체를 검출하는 방법이다. Edge 추출 기법은 Edge 정보를 사용하므로 입력과 배경 차 기법보다는 조명 강인하다는 장점이 있으나 배경의 획득에 따른 문제점은 여전히 남아있다.

본 논문에서는 학습된 배경을 이용하여 입력과 배경의 Edge 추출 기법을 사용하여 이동 객체의 윤곽선(contour) 검출 방법을 제안한다.

제안한 방법은 조명의 변화에 강인하며 Edge 획득 방법에 의해 획득된 객체의 그림자 영역을 포함하지 않으므로 획득된 객체의 내부 정보에 대한 신뢰성이 향상된다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서 제안한 검출기법에 대해 소개하며, 3장에서는 실험을 통해 제안한 방법과 입력과 배경 차 기법의 성능을 비교하고, 4장은 결론을 기술한다.

## II. 본 론

제안한 방법은 도로 및 실외 환경에서 조명 및 기타 환경의 변화에 강인한 이동 객체 검출에 대한 연구이다. 일반적으로 사용하는 히스토그램을 이용한 이동 객체 추적 시 이동 객체 외의 영역 즉, 그림자를 포함한 이동 객체 외부 영역을 최대한 배제함으로써 이동 객체의 히스토그램 정보의 신뢰성을 높이는데 있다. 그리고 이동 객체의 전체 영역이 아니더라도 이동 객체의 영역 중 일정 크기 이상의 영역이라면 이동 객체의 추적에 이용할 수 있을 거라 생각한다. 이를 위해 영상에서 높은 신뢰성의 이동 객체 영역을 획득할 수 있어야 한다.

색상을 이용한 방법은 그림자의 색상 변화에 반응하여 그림자도 객체의 일부로 포함시킨다. 이것을 제

거하기 위해 여러 방법이 사용되고 있지만 그만큼 처리 속도가 느려지게 된다. 그리고 동일색상의 면적에서 그림자 진 곳과 안진 곳의 색상, 밝기 차이가 적을수록 일반적인 그림자 제거 알고리즘으로는 처리가 힘들다. Edge를 이용한 방법은 이 같은 단점을 해결한다. 영상에서 Edge를 획득할 때 유사한 픽셀 값을 가지는 경계(동일면의 그림자가 진 경우)의 경우 이를 무시하여 픽셀 값의 변화가 큰 경계에 대해서만 Edge를 획득하므로 일정한 색이 반복되는 상황에서의 그림자 제거에는 색상을 이용한 방법보다 성능이 뛰어나다.

이 같은 장점을 이용하여 객체의 Edge를 이용해 추적 할 시 단혀진 Edge들을 객체로 판단하며 그 중에서 단혀진 Edge의 길이가 일정 크기 이상인 것을 최종적으로 추적할 객체로 판단하기 위해서 위와 같은 전처리 과정이 필요하다. 그림자가 아닌 실제 객체의 전체 영역 혹은 내부의 일부 영역이라도 일정 크기 이상의 객체만 포함된 영역을 획득 할 수만 있으면 영역내의 특징 값을 가지고 정확하게 객체를 추적할 수 있다.

본 논문에서 객체를 획득하는 과정은 그림 1과 같다. 1단계에서 입력영상을 이용하여 배경영상을 획득한다. 2단계에서는 입력영상과 배경의 Edge 영상을 획득한다. 3단계에서는 두 획득된 Edge 영상의 차를 구하고 모폴로지 연산을 통해 끊어진 Edge를 일부 회복시킨다. 4단계에서는 회복된 Edge의 길이 성분을 구하여 최종 적으로 객체 영역의 Edge를 검출한다.

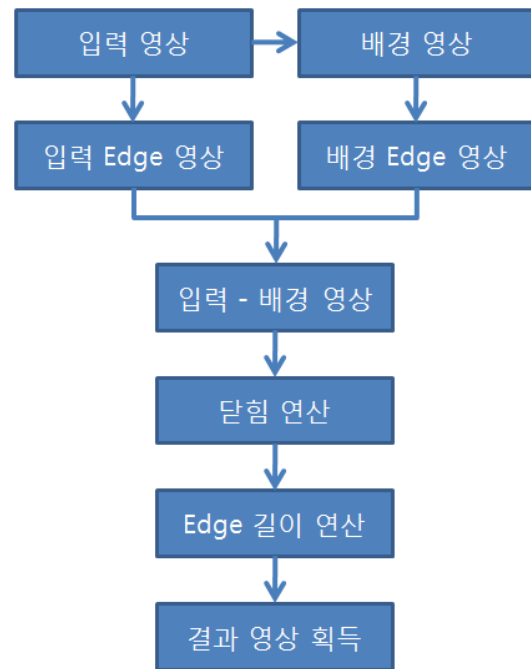


그림 1. 시스템 흐름도

연속 프레임간 차분방법은 연속된 두 프레임이나 세 프레임의 차영상으로 객체부분을 추출하는 방법이다. Background Modeling 방법은 현재 가장 많이 사용하고 연구되는 방법이다. 그 방법들 중에서 혼합 가우시안 모델(MOG)을 적용한 배경 모델링 방법이 가장 효과적인 결과를 가져온다. 따라서 입력영상에서 배경영상을 획득하기 위해 MOG 기법을 이용하였다<sup>[6]</sup>. MOG방법은 K 개의 Gaussian density를 포함한 것으로써 실외에서의 감지 시스템의 배경영상 픽셀의 강도변화를 정확하게 나타낸다. 즉 Mixture Model은 다중 가우시안 분포로 각 화소 점들의 색상 분포를 나타낸 것이며, 각 화소 점들에 대하여 Mixture Gaussian Model을 혼합하여 나타낸다.

배경 화소의 모델을 구하는 방법은 다음과 같다.

- 1) 각 Gaussian 분포의 우선순위 값  $w/\sigma$ 을 구한다.
- 2) 우선순위에 의하여 각 Gaussian 분포를 내림차순으로 배열한다.
- 3) K개의 Gaussian 분포에서 B개의 Gaussian 분포를 배경 모델이라 하면, B는 다음과 같다.

$$B = \operatorname{argmin}_b \left( \sum_{k=1}^b w_k > T \right)$$

MOG Model에서 배경 모델로 하여금 현재 프레임 영상에서의 화소 값의 분포와 비교적 접근하는 모델을 얻으려면 새로 입력되는 매 화소 값에 대하여 모델의 파라미터 값을 갱신하여야 한다. 기본적으로 배경 화소는 하나의 화소 값을 가지며 조명의 변화나 영상 취득 장치의 잡음에 따라 약간의 변화를 보인다. 이러한 배경의 값은 적응적 가우시안 확률 분포로 효과적으로 모델링 할 수 있으며, 가우시안의 평균과 분산은 매 장면마다 새로 입력되는 값을 학습함으로써 환경의 변화에 적응해진다. 적응적 가우시안 혼합 모델은 영상의 각 화소 값을 K개의 가우시안을 혼합한 분포로 모델링 한다. 배경으로 모델링된 영상은 Gray 영상으로 저장된다.

아래 그림2는 입력영상과 입력영상에서 배경을 획득한 영상이다.



그림 2. (a)입력영상, (b)배경영상

그림 3은 입력과 배경의 Edge 영상이다. 입력과 배경의 Edge 획득을 위해 영상의 컬러를 흑백 변환 후 Edge 영상 추출을 위해 Canny Edge Detector를 적용한다<sup>[7]</sup>. 일반적으로 Edge 검출기는 잡음에 매우 민감한 특성을 가지고 있다. 따라서 잡음으로 인해 잘못된 Edge를 계산하는 것을 방지하기 위해 개발된 알고리즘이 Canny Edge Detector이다. 이 알고리즘은 탐지성(good detection), 국부성(good localization), 응답성(clear response)을 만족하는 Edge를 찾는 방법을 제시하고 있다. 즉,

- 탐지성 ( good detection ) : 실제 모든 Edge를 탐지하는 능력
- 국부성 ( good localization ) : 실제 Edge와 탐지된 Edge의 차이를 최소화
- 응답성 ( clear response ) : 각 Edge에 대하여 단일한 응답

따라서 이러한 Edge 성분을 분석하기 위해서는 아래와 같은 계산 과정이 필요하다.

- A. 가우시안 스무딩 필터링
- B. X, y 축으로 기울기 계산
- C. 기울기의 강도를 계산
- D. Hystersis 수행

본 논문에서는 배경영상과 현재 입력영상 각각에서 Canny Edge Detector에 의하여 Edge를 계산하고 계산된 Edge를 비교분석하여 최종 객체 영역을 획득하는 방법을 제안한다. Canny Edge Detector의 값을 조절한다는 것은 즉, 위와 같이 획득된 배경과 현재프레임의 차영상 Edge 성분에 대하여 프리만 체인 코드를 사용하여 Edge 방향 성분의 위치 정보를 이용하여 영상의 Edge 길이 성분을 획득한다. 방향 성분을 블록을 단위로 이웃 픽셀의 방향 성분과 비교하여 일정한 방향을 유지하면 Edge이고, 아니면 의미 없는 Edge 성분으로 판단한다. 이렇게 얻어진 길이 성분을 이용하여 일정 크기의 임계값을 주어서 임계값 범위내의 Edge길이에 대해서만 유효한 Edge로 판단한다.

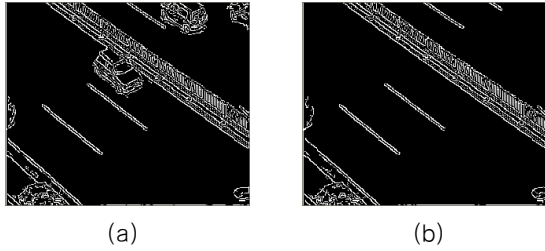


그림 3. (a)입력 Edge 영상, (b)배경 Edge 영상

이후 입력 Edge 영상과 배경 Edge 영상의 차를 구한다. 그림 4는 Edge 입력영상과 Edge 배경영상의 차 연산을 수행한 결과 영상이다.

차 연산된 영상에서는 그림 4와 같이 배경부분에 입력영상과 배경영상의 차이에 의한 잡음이 많이 발생한다.

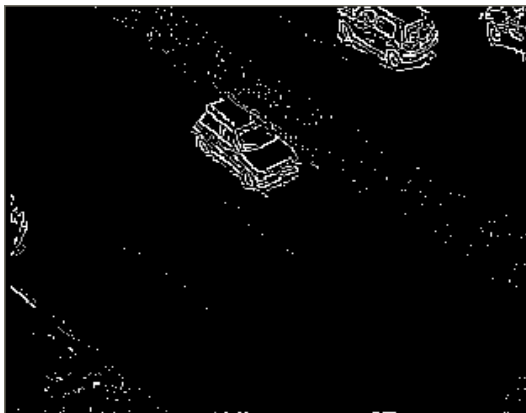


그림 4. Edge 차 연산 후 영상

명암의 차이 및 차 연산으로 인한 객체의 Edge 성분의 부분 끊김이 발생하며 이를 보완하기 위해 모폴로지 팽창 연산을 통해 떨어진 Edge 성분을 이어주고 침식 연산을 통해 원래의 Edge 크기로 돌려준다. 그림 5는 그림 4의 영상을 모폴로지 닫힘 연산 수행 후의 결과 영상이다.

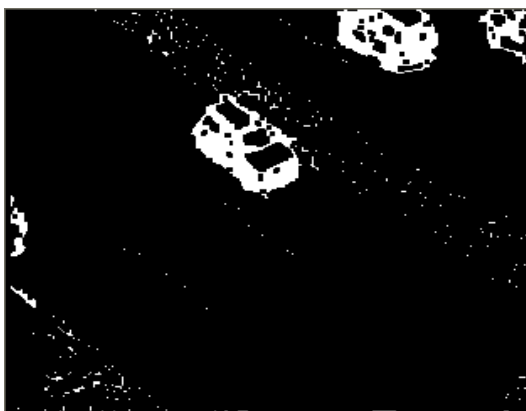


그림 5. 닫힘 연산 후 영상

마지막으로 Freeman chain code<sup>[8]</sup>를 적용한다. Freeman chain code로 그림 5 영상의 Edge를 얻고 얻어진 영상의 방향 성분의 위치 정보를 이용하여 영상의 Edge 길이 성분을 획득한다. 이 후 얻어진 길이 성분을 이용하여 일정 크기 이상의 Edge길이에 대해서만 유효한 Edge로 판단한다. 판단된 유효 Edge를 영상 내에서 표시하면 그림 6과 같다. 그림 6은 획득된 Edge 영상의 결과 화면이다.

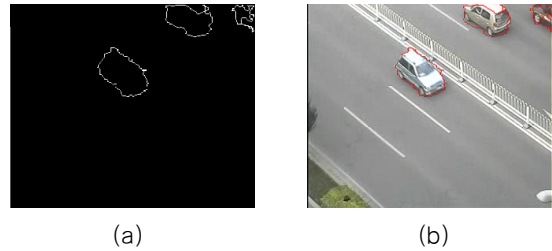


그림 6. (a)획득한 외곽선, (b)외곽선 역 투영

얻어진 객체의 Edge는 객체의 외부 영역을 가지고 있지 않으며 내부 영역만을 가지고 있음을 알 수 있다. 이후 히스토그램을 이용한 객체 추적에서 보다 높은 정확성을 가질 것으로 생각한다.

### III. 실험 결과

제안된 방법을 입력과 배경 차를 이용한 방법과 성능을 비교하였다.

비교 실험에 사용한 방법은 입력과 배경 차를 이용한 방법으로 먼저 MOG를 이용하여 배경을 획득한다. 이 후 입력영상과 배경영상의 차에 대한 절대 값을 구한다. 그 다음 임계값 연산으로 일정 차이 이상의 영상을 획득하였다. 그 후 모폴로지 열림 연산을 수행하여 작은 노이즈를 제거 하였다.

실험 환경은 Intel Xeon(TM) 2.8Ghz Ram 3.0Gbyte에서 Visoul Studio 6.0을 이용하여 구현 하였으며 실험 영상은 320\*240 크기의 도로와 차량, 보행자 동영상으로 하였다.

그림 7은 비교 실험 결과 영상이다. 배경 획득 방법 중 높은 성능을 가진 혼합가우시안 모델링 기법을 사용하였기에 두 방법 모두 좋은 이동 객체 검출 성능을 나타내었다. 허나 입력과 배경 차 방법은 그림자 영역 까지 객체 영역으로 인식하였고 그림자 영역을 제거 하기 위해 또 다른 연산을 수행하여야 한다. 제안한 방법은 Canny Edge Detector의 값을 조절함으로써 객체의 Edge를 획득함과 동시에 영상내의 작은 잡음



과 객체의 그림자 영역을 제거 할 수 있다. 그리고 영상의 조명이 순간적으로 달라질 경우 입력과 배경 차 방법은 거의 모든 영역에서 객체로 검출하므로 이동 객체의 인식이 좋지 않은 결과를 나타내었다. 제안하는 방법은 조명이 변화 하더라도 객체의 윤곽선은 그대로 유지됨을 볼 수 있다.

하나 일부 영역에서 이동 객체의 전체 윤곽선이 아닌 일부 윤곽선만을 획득하였으며 Edge의 길이에 의해 영상의 먼 거리에 있는 객체를 검출하지 못하였다.

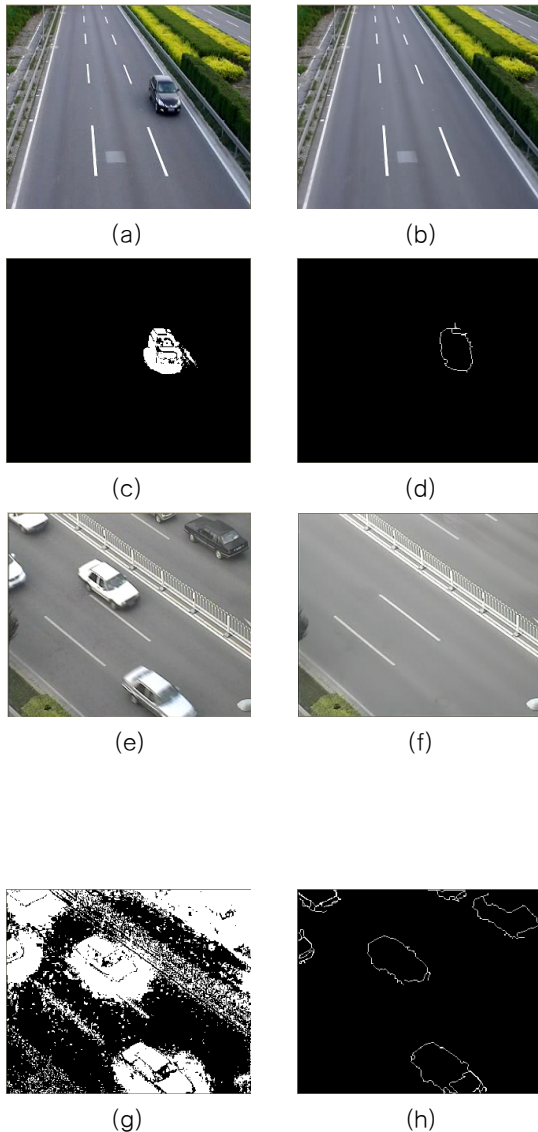


그림 7. (a)(e)입력영상, (b)(f)배경영상, (c)(g)배경 차영상, (d)(h)제안된 영상

#### IV. 결 론

본 논문의 목적은 MOG에 의한 배경모델링 기법을

사용하여 정확한 배경을 획득하고, 획득된 배경에 의하여 현재 영상에 존재하는 움직임 객체의 영역을 Edge 특징에 의하여 빠르면서도 정확하게 검출하는 것이다. 따라서 객체에 대한 정확한 영역을 구하기 위해서는 정확한 외곽선을 추출하는 것이 중요하다. 외곽선은 단지 객체의 윤곽만을 표현하는 것이 아니라 객체에 대한 관심 영역을 표현할 수 있으며, 이후 객체의 추적이나 분석에 사용할 수 있는 많은 정보를 내포하고 있다.

본 논문에서는 Canny Edge Detector를 적용하여 영상의 Edge 성분을 추출한다. 영상에서 Edge 성분을 추출함에 있어서 노이즈의 영향을 적게 받기 위해 Canny Edge Detector의 상단 임계값과 하단 임계값의 크기를 중간크기의 값으로 정한다. 이렇게 각각 배경에서의 Edge 성분과 현재 입력영상에서의 Edge 성분을 분석하여 최종 관심 Edge 성분을 추출한다. 이렇게 추출된 Edge 성분에 대하여 프리만 체인 코드로 영상의 방향 성분의 위치 정보를 이용하여 영상의 Edge 길이 성분을 획득한다. 이 후 얻어진 길이 성분을 이용하여 일정 크기 이상의 Edge길이에 대해서만 유효한 Edge로 판단한다.

제안한 방법으로 실험한 결과 일부 변환 시 비슷한 색상을 가지는 영역 즉 컬러-흑백 변환 시 배경 영역의 색상과 비슷한 흑백 변환 값을 가지는 영역의 Edge의 검출이 잘 되지 않았다. 이로 인해 일부 영상에서 이동객체의 전체 영역이 아닌 일부 영역만 이 이동 객체로 검출되었다. 이를 보완하기 위해서는 컬러에서 흑백으로 변환 시 배경 색상을 참고하여 일부 색상의 보정이 필요하다. 향후 검출된 Edge 영역을 이용한 객체의 추적에 대해 연구할 계획이다.

#### 참 고 문 헌

- [1] 문기영, 조현숙, “전지능형 영상보완 기술 현황 및 동향”, *전자통신동향분석*, 23(4), 2008.
- [2] A. Elgammal, D. Harwood, and L. Davis, “Non-parametric model for background subtraction,” *Proc. 6th European Conference on Computer Vision, Dublin*,
- [3] I. Haritaoglu, D. Harwood, and L. Davis, “W4: A real time surveillance of people and their activities,” *Proc. IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, Vol. 22, No. 8, pp. 809-830, 2000.

- [4] 최양진, 강희중, “영상 합성과 에지 영상을 이용한 다수의 보행자 검출 방법”, *한국컴퓨터종합학술대회 논문집*, 2006.
- [5] Yankun Wei and Wael Badawy, “A new moving object contour detection approach,” *Proc. IEEE International Workshop on Computer Architectures for Machine Perception (CAMP)*, pp. 231-236, 2003.
- [6] C. Stauer and W. E. L. Grimson, “Adaptive background mixture models for real-time tracking,” *Computer Vision and Pattern Recognition Fort Collins, Colorado*, pp. 246-252, Jun. 1999.
- [7] Canny, J., “A Computational Approach To Edge Detection,” *Proc. IEEE Trans. Pattern Analysis and Machine Intelligence*, Vol. 8, pp. 679-714, 1986.
- [8] Freeman H, “Computer Processing of Line-Drawing Images,” *ACM Computing Surveys*, Vol. 6, No.1, pp57-97, 1974.

장혜경 (Hye-Kyoung Jang)

정회원



2003년 2월 동아대학교 전자공학과 졸업

2005년 2월 동아대학교 전자공학과 석사

2005년 8월~2011년 8월 삼성전자 무선사업부 선임연구원

2005년 9월~현재 경남정보대 전임강사

<관심분야> 영상처리, 패턴인식, 모바일 어플리케이션