

구조화된 에지정합을 통한 영상 열에서의 이동물체 에지검출

*안기옥, 채옥삼

경희대학교 컴퓨터공학과

E-mail : eroica@cvs2.kyunghee.ac.kr, oschae@khu.ac.kr

Moving Object Edge Extraction from Sequence Image Based on the Structured Edge Matching

*Kiok Ahn, OkSam Chae

Department Of Computer Science.

Kyunghee University.

Abstract

Recently, the IDS(Intrusion Detection System) using a video camera is an important part of the home security systems which start gaining popularity. However, the video intruder detection has not been widely used in the home surveillance systems due to its unreliable performance in the environment with abrupt illumination change. In this paper, we propose an effective moving edge extraction algorithm from a sequence image. The proposed algorithm extracts edge segments from current image and eliminates the background edge segments by matching them with reference edge list, which is updated at every frame, to find the moving edge segments. The test results show that it can detect the contour of moving object in the noisy environment with abrupt illumination change.

I. 서론

사회가 혼란해지고 영상센서가 일반화되면서 감시 카메라를 이용한 주택보안에 관한 관심 증가하고 있다.

카메라를 이용한 보안에 관한 지금까지의 연구는 주로 군사 시설의 보호를 목적으로 하고 있으며, 실외 환경에 맞추어 수행되어 왔다. 현재 많은 사람들이 관심을 가지고 있는 주택보안을 위해서는 실외 뿐 아니라 조명변화가 심한 실내 환경에서 저가의 장비로 정확하게 이동물체 검출하고 판별할 수 있는 방안이 관한 연구가 필요하다.

카메라를 이용한 침입자 감지는 크게 이동물체를 검출하는 단계와 검출된 이동물체를 판별하는 단계로 나눌 수 있다. 본 논문에서는 실내 환경에서 침입자 감지를 위한 첫 단계로 실내에 고정된 카메라에서 조명 변화를 극복하고 이동물체의 구조화된 윤곽선을 검출할 수 있는 알고리즘을 제안한다.

이동 물체를 검출하는 방법에 대해서 그 동안 많은 연구가 진행 되어 왔다. 그 중에서 고정된 카메라를 이용하는 경우 가장 널리 사용되고 있는 방법이 차 영상을 이용하는 방법이다.[4] 이 방법은 움직이지 않는 배경만을 포함하고 그 밝기가 현재 영상의 배경과 가장 유사한 상태로 유지되는 참조영상과 현재영상의 밝기차이를 구한 차 영상(difference image)을 기반으로 한다. 차 영상을 기반으로 하는 방법들은 이동물체의 검출을 위해서 임계화 방법을 사용한다. 이러한 차 영상 방법의 문제점은 임계치에 따라서 잡음이 이동물체로 검출될 수도 있고 이동물체가 검출되지 않는 경우도 있다. 즉 최적의 임계치 결정이 어렵다. 또 다른 문제는 최적의 참조영상을 유지하는 것이다. 하지만 조명의 변화가 심한 실내 환경에서는 최근 영상과 같은 밝기를 갖는 참조영상을 유지하기가 불가능하다. 이러한 문제를 해결하기 위한 많은 노력이 있었지만 실내 환경의 조명변화를 극복하기는 어렵다.[5]

차 영상의 문제점을 완화시키면서 현재영상에서 이

동물체의 존재여부를 판별하는 방법으로 각 화소에서 밝기 값 변화를 2차원 평면상에 사상시켜 그 분포를 분석하는 방법을 제안하였다.[2] 평면의 x축과 y축은 각각 참고영상과 현재영상의 밝기레벨을 나타낸다. 한 화소 위치에서 참고영상과 현재영상의 밝기가 각각 r 과 c라면 평면을 나타내는 배열의 (r,c) 셀이 증가된다. 두 영상에 변화가 없는 경우 대각선상의 화소만 값을 갖게 되고 이동물체가 존재하는 경우는 대각선에서 변화가 발생한다. 이 변화를 분석함으로써 이동물체 존재여부를 판별할 수 있다. 그러나 이 방법은 이동물체의 수나 형태 등을 구분하지 않고 존재여부만 판별하는 한계가 있다.

참고영상을 이용하지 않는 방법으로 optical flow를 이용한 이동물체 추출방법이 있으나 계산 량이 많고 물체의 윤곽선을 탐지하기 부분적으로 이동방향이 다른 물체를 분리하는 데는 어려움이 따른다.[3]

조명의 변화에 적응하기 위해서 밝기 값의 차 대신에 참조영상과 현재영상의 에지화소의 차를 이용하는 방법이 제안되었다.[1] 즉 현재 현재영상의 에지화소 중에서 참조영상에서 배경화소만을 남기고 나머지를 제거함으로써 이동물체의 에지화소를 검출한다. 하지만 이 방법은 화소단위로 수행되며 참조영상의 에지는 현재영상의 배경에지를 포함할 수 있도록 충분히 두꺼워야 한다.

본 논문에서는 실내 환경을 대상으로 화소단위로 에지의 차를 구함으로써 발생하는 문제점을 해결하기 위해서 세그먼트 단위로 현재 영상에서 배경에지를 제거하는 방안을 제안한다. 이를 위해서 동작환경을 이동물체가 없는 상태에서 다양한 조명변화에서 오랫동안 관찰하면서 누적된 에지 맵(edge magnitude map)을 생성하고 이를 바탕으로 정확하고 자세한 참조에지를 구하는 방안을 제안한다. 또한 참조에지와 현재 영상에서 추출된 에지를 구조화된 세그먼트 리스트로 표현하고 세그먼트 단위로 정합하여 배경에지를 제거하는 방안을 제안한다.

II. 이동 물체의 에지 검출

전술한 바와 같이 본 연구에서 제안하는 이동물체의 에지검출은 크게 참조에지 생성과 세그먼트 단위 정합을 통한 배경에지 제거 과정으로 구분된다. 참조에지와 현재영상에서 추출된 에지는 세그먼트 단위로 표현하고 각 세그먼트 사이의 관계정보와 함께 독립적인 객체로 표현된다. 이렇게 구조적으로 표현된 에지 정보를 사용할 경우 장점은 첫째, 잡음으로 인한 에지 화소나 작은 에지 세그먼트를 제거할 수 있다. 잡음으로

인한 에지는 화소단위로 나타나거나 작은 세그먼트로 나타나기 때문에 쉽게 제거될 수 있다. 둘째 참조에지 리스트와 현재 영상의 에지 리스트 사이에서 세그먼트 단위로 배경에지를 정합함으로써 작은 변화를 극복하고 효과적으로 이동물체에 소속된 에지 세그먼트를 추출할 수 있다. 또한 이동물체를 구성하는 에지 세그먼트들은 특정구조를 갖게 되고 일관되게 이동을 하는 점을 이용하여 추가로 배경에지를 제거할 수 있다.

2.1 참조 에지 리스트 생성

차 영상을 기반으로 하는 이동물체 검출 방법의 문제점은 조명변화에 효율적으로 적용할 수 있는 참고영상의 생성이 어렵다는 것에 있다. 하지만 조명이 변화하여도 배경의 구조적인 정보는 변화하지 않는다. 에지검출 알고리즘은 조명변화에도 비교적 안정적으로 물체의 경계를 추출한다. 특히 실내에 카메라를 고정시킬 경우, 배경의 에지정보는 거의 변화가 없다고 볼 수 있다. 이러한 경우에 참조에지의 갱신은 밝기 값 차를 이용하는 이동물체 검출 방법에서의 참조 영상 갱신에 비해 단순화된다. 하지만 가능한 모든 동작환경에서 나타날 수 있는 모든 배경의 에지 들을 추출하여 구조적으로 표현한 초기 참조에지가 필요하다. 참조에지는 세그먼트 단위로 저장되며 각 세그먼트의 특성정보도 함께 등록된다.

그림 1은 초기 참조에지를 생성하기 위하여 본 연구에서 제안된 알고리즘의 흐름을 보여주고 있다. 먼저 다양한 조명 조건에서 입력된 학습영상을 취득하고 이를 하나씩 읽어 들여 에지 연산자를 적용하여 경사 크기(gradient magnitude)를 구한다. 경사크기를 최대 값이 7이 되도록 양자화를 수행하여 배경이나 약한 에지를 제거한다. 이것을 누산기 배열(accumulator)에 누적한다. 모든 학습영상을 대상으로 누적을 수행한 다음에 Canny 에지 검출 알고리즘을 적용하여 에지를 추출한다.[6] 이 경우 다음과 같은 장점이 있다.

- 랜덤으로 나타나는 잡음은 사라짐.
- 지속적으로 나타나는 약한 에지 검출이 가능.
- 길이가 짧은 잡음 에지 세그먼트의 제거.

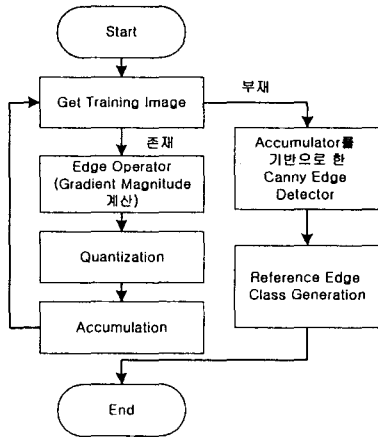


그림1. 초기 Reference Edge Class 생성 과정

알고리즘을 아래와 같이 수식으로 표현이 가능하다. 즉 참조 에지 Ref 는 k 번째 입력영상(I_k)을 Gaussian mask(G)를 적용하여 스무딩하고, Edge 연산자(∇)를 적용하여 Gradient를 구한다. 그 결과를 작은 레벨을 갖도록 정규화 하여 누적한다. 모든 입력영상에 대해서 누적을 반복한 다음 세산화(θ)와 Hysteresis 임계화(Φ)를 거쳐서 참조에지로 표현한다.[6] 참조에지 리스트의 각 세그먼트들은 초기 신뢰도가 배정된다.

$$Ref = \Phi \left(\theta \left(\frac{1}{n} \sum_{k=0}^n \nabla G * I_k \right) \right) \quad \text{식 (1)}$$

동작 모드에서는 입력되는 영상에서 에지를 검출하고 참조 에지 리스트에 있는 배경에지를 제거한다. 동작과정에서 새로 나타날 수 있는 배경에지를 참조에지 리스트에 등록하기 위해서는 다음과 같은 방안을 사용한다. 먼저 새로 moving edge로 발견되는 에지를 작은 신뢰도로 참조리스트에 등록하고 같은 자리에서 재발견 여부에 따라서 신뢰도를 증감시킨다. 신뢰도가 0 이되면 삭제하고 신뢰도가 일정값 이상이면 새로운 배경에지로 간주한다. 배경에지로 자리를 잡은 후에도 다시 발견되지 않을 때는 신뢰도를 감소시킨다.

2.2 Moving Edge 검출

이동에지 검출은 현재 영상에서 에지를 검출하여 세그먼트로 표현하는 것으로부터 시작된다. 에지가 검출되면 참조에지 리스트에 있는 에지 세그먼트들을 예상되는 위치에서 찾는다. 입력영상에 에지 세그먼트가

존재하고 참조 세그먼트의 신뢰도에 지정 값보다 크면 (배경 에지이면) 삭제하고 세그먼트의 신뢰도를 증가시킨다. 신뢰도가 지정된 값보다 작은 참조 세그먼트의 경우는 가중치만 증가시킨다. 정합 시 길이와 모양을 때 1화소 정도의 오차는 수용한다. 참조에지 세그먼트 중 현재 영상에서 대응되는 세그먼트를 찾지 못했을 때는 신뢰도를 감소시킨다. 배경에지 제거 과정을 수식으로 표현하면 아래와 같다.

$$ME = Median \left(\Phi \left(\theta \left(\nabla G * I_{current} \right) \right) \text{ AND } Ref \right) \quad \text{식 (2)}$$

III. 결과 및 분석

실내 환경에서 조명 변화가 심할 때, 차 영상을 이용한 방법과 화소 단위의 에지 차를 이용한 방법 그리고 제안된 방법을 비교 해보았다.



(a) 밝은 상태의 배경 (b) 어두운 상태의 배경

(c) 밝은 상태의 입력 (d) 어두운 상태의 입력

그림2. 조명 변화가 심한 환경에서의 배경 영상과 이동 물체가 있는 영상

그림 2는 조명이 매우 다양하게 변화하는 각각의 영상을 보여 준다. 이러한 경우 이동 물체가 나타나기 직전의 화소 값과 유사한 참조 영상을 유지하기가 매우 힘들다. 만약 그림 2의 (a)가 참조 영상으로 갱신되고, 그림 2의 (c)와 같이 이동 물체가 나타났을 경우, 이를 정확히 추출 할 수 있다. 하지만 그림 2의 (b)가 참조 영상으로 갱신된 상태에서 조명 변화와 함께 (c)처럼 이동 물체가 나타났을 경우 그림 3의 (c)처럼 정확히 이동 물체를 추출할 수 없는 상황이 발생한다.

그림 4는 화소 단위의 에지 차를 이용하여 이동 물체를 검출 하는 방법을 보여준다. 이 방법은 현재 영상의 에지에서 배경으로 등록된 에지를 제거한다.

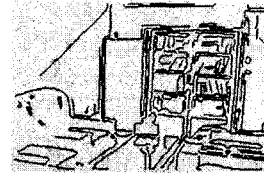


(a) 이동물체 검출

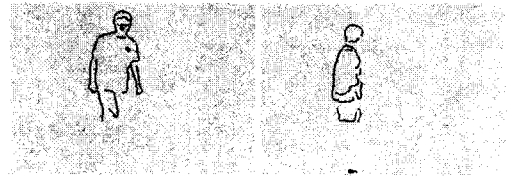


(b) 차영상 (c) 차영상의 임계화 영상

그림3. 차영상 방법을 사용한 이동물체 검출



(a) Reference Edge



(b) Moving Object Edge

그림5. 제안된 방법을 이용한 이동 물체 검출

이 경우, 배경 에지가 충분히 두껍지 않다면 그림 4의 (b)처럼 원하지 않는 에지들이 나타날 가능성이 크다.



(a) 어두운 영상에서의 이동물체 (b) 밝은 영상에서의 이동물체

그림4. 화소 단위의 에지 차를 이용한 방법을 사용한 이동물체 검출

하지만 제안된 방법을 사용할 때, 모든 조명 상태에 훈련되어 있는 Reference Edge Class를 가지고 있어 조명 상태와 무관하게 이동 물체를 정확히 추출할 수 있다. 그 결과는 그림 5의 (b)에서 확인할 수 있다.

IV. 결론

본 연구에서는 조명변화에 신뢰성 있게 이동에지를 검출할 수 있는 에지 기반 방안을 제안하였다. 제안된 방법은 배경을 에지 세그먼트로 표현하고 세그먼트 단위로 배경에지를 판별하여 제거함으로써 조명변화를 극복하고 이동에지를 효과적으로 검출하였다. 이 결과는 실내 환경에서 침입자의 분리와 판별 등과 같은 응용분야에 새로운 가능성을 제시하였다.

Reference

- [1] A.Makarov, J.M.Vesin, M.Kunt, "Intrusion Detection Using Extraction of Moving Edges", Computer Vision & Image Processing., Proceedings of the 12th IAPR International Conference, vol.1, pp.804-807, 1994.
- [2] Young s., "Video based intruder detection", MPhil report, University College London and Sira Technology Centre,1997.
- [3] E. Durucan and T. Ebrahimi, "Robust and Illumination Invariant Change Detection Based on Linear Dependence for Surveillance Applications", Proc. of X European Signal Processing Conference, Tampere (Finland), pp. 1041-1044, 5-8 September, 2000.
- [4] Paul L. Rosin, "Thresholding for Change Detection," Brunel University, technical report ISTR, 1997.
- [5] 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
- [6] J.Canny, "A Computational Approach to Edge Detection", IEEE Transations on PAMI, 8-6, pp.679-698, 1986.