

A Study on Improving the Adaptive Background Method for Outdoor CCTV Object Tracking System

Do-Wook Jung*, Hyung-Il Choi**

Abstract

In this paper, we propose a method to solve ghosting problem. To generate adaptive background, using an exponentially decreasing number of frames, may improve object detection performance. To extract moving objects from the background by using a differential image, detection error may be caused by object rotations or environmental changes. A ghosting problem can be issue-driven when there are outdoor environmental changes and moving objects. We studied that a differential image by adaptive background may reduce the ghosting problem. In experimental results, we test that our method can solve the ghosting problem.

▶ Keyword : Adaptive background subtraction, object tracking, Object detection, adaptive background

1. Introduction

지능형 관제 시스템은 실외에 설치된 CCTV를 통하여 얻어진 영상정보를 바탕으로 범죄 상황에 대한 판단을 수행하는데 CCTV 가 설치된 실외 환경에서 발생하는 흔들림, 기상 변화의 의한 조도변화, 관심 객체 외의 움직이는 객체들로 인하여 안정적인 상황인지가 어렵다[1].

특히 실외 환경에서 객체를 추적하는데 있어서 CCTV로부터 얻어질 수 있는 영상의 특징 중 색상 정보를 사용할 수가 없다는 단점이 있는데 그것은 CCTV 카메라가 야간에 동작하고 있어야 하는 특성에 의한 것이다. 범죄는 24시간 중 언제나 발생할 수 있는데 야간에 발생하는 범죄를 예방하기 위해서는 적외선 조명을 활용하는 것이 일반적이다. 적외선 조명을 통하여 얻어진 영상은 1-채널 영상으로 색상정보를 포함하지 않는다[2][3].

또한 시간과 기상변화에 따른 조도의 변화도 실외 환경에서 관심객체의 검출과 추적을 어렵게 하는 요인이 된다. 인공조명을 활용하는 실내 환경에서는 조도의 변화가 없으나 실외환경에서의 조도 변화는 불연속적으로 일어나는 변화로 이에 의한 오검출을 줄이기 위해서는 환경변화에

적응 가능한 시스템을 필요로 한다[4].

실외 환경에서 바람의 영향으로 흔들리는 객체 또한 관심 객체를 검출하는데 오류를 발생시키는 원인이 되는데 흔들리는 객체란 전선, 가로수, 깃발 등이다. 일반적으로 실시간 영상에서 객체를 검출하는 방법으로 매 프레임마다 영상을 비교하여 차영상이나 광류를 사용하게 되는데 이 때 흔들리는 객체에 대한 검출이 제외되어야 한다.

이를 해결하기 위하여 다양한 차영상 방법과 배경영상 생성 방법이 연구되어 왔는데 기존의 차영상을 이용하는 것은 이동하는 객체를 검출하기 위한 간단한 방법으로 인접한 두 프레임 사이의 밝기차이를 통하여 검출함으로써 작은 객체의 움직임에도 민감한 특성을 갖는다. 이를 해결하기 위하여 배경영상을 개선하는 연구가 있었으며 대부분의 경우 이를 위하여 일정 간격으로 배경영상을 생성하거나 누적된 프레임의 평균을 배경영상으로 사용하는 방식을 사용하였다[5][6][7][8].

이 논문에서는 주간과 야간 영상간의 차이를 해결하기 위하여 그레이 영상을 사용한다. 그레이 영상을 바탕으로 객체를 추적하기 위하여 검출을 위한 관심객체의 특징을 관심객체의 크기로 사용하였다. 실외 환경에 설치되어 있는 CCTV

• First Author : Do-Wook Jeong, Corresponding Author : Hyung-Il Choi

* Do-Wook Jeong(cyclamen88@naver.com) Dept. of Global Media, Soongsil University

** Hyung-Il Choi(hic@ssu.ac.kr) Dept. of Global Media, Soongsil University

• Received: 2015. 04. 09, Revised: 2015. 04. 29, Accepted: 2015. 07. 08.

*This research was supported by Basic Science Research Program through the National Research Foundation of Korea(NRF) funded by the Ministry of ESience, ICT & Future Planning(No.2013R1A1A2012012)

*This work (No.C0233208) was supported by Business for Academic-industrial Cooperative establishments funded Korea Small and Medium Business Administration in 2014.

는 높은 위치에 설치되어 있는 것이 일반적이며, 따라서 영상 안에서 움직이는 객체는 거리변화에 따른 크기 변화가 무시할 수 있을 정도로 작다.

본 논문의 추적시스템은 객체가 고정적인 크기를 가지고 있을 때 적용하기 좋은 추적방법으로 데이터 집합의 밀도분포로 관심 객체를 고속으로 추적하는 평균이동 알고리즘(mean-shift)를 활용한다[9]. 객체의 이동 속도와 방향을 추적하기 위하여 예측이 가능한 칼만필터를 병용한다[10]. 그리고 객체를 추적하기 위한 영상의 현장 적응을 용이하게 하기 위하여 지수적으로 감소되는 적응적 배경 차영상을 통하여 얻어진 전경영상을 활용하였다. 논문에서 제안하는 방법인 지수적으로 감소되는 배경영상은 흔들리는 객체에 대하여 강한 특성을 가지면서 적응적 배경영상이 가지는 잔류영상 문제를 개선한다.

추적할 객체를 검출하기 위하여 광류를 활용하였다[11]. 객체의 크기를 특징으로 활용한 광류 탐색방법으로 광류에서 얻어지는 객체의 이동방향 성분에 의한 벡터 행렬로부터 스칼라 행렬로 변환한 후 객체의 크기를 슬라이딩 윈도우로 활용하여 평균화한 행렬의 가장 큰 값의 좌표를 구하는 방법으로 객체의 위치를 검출한다.

본 논문에서 II장 1절을 통하여 기존 배경영상 생성 방법으로부터 제안한 배경영상생성 방법으로 개선한 내용에 대하여 설명하였다. 2절에서 개선된 배경영상을 통하여 객체의 추적에 사용되는 광류를 객체를 검출하는데 사용할 수 있음을 보였다. 3절에서 제안된 방법이 적용된 객체 추적시스템을 설명하고 III장에서 실제 방법용 CCTV영상을 통한 실험으로 잔류문제가 해결됨을 확인하였다.

II. Object detection and tracking

1. 지수적으로 감소되는 적응적 배경 차영상

실외 환경에서 CCTV 카메라는 야간 촬영을 위하여 IR카메라와 IR조명을 이용하며, 1-채널영상을 사용한다. 주간에는 칼라색상을 사용할 수 있으나 주간영상과 야간영상을 동시에 사용할 수 있도록 입력된 칼라 영상을 그레이 영상으로 변환하여 활용한다. 또한 실외 환경의 작은 노이즈들을 제거하기 위하여 가우시안 블러를 통하여 스무딩된 입력 영상을 사용한다.

배경 차영상(background subtraction)기법은 변화영역(change area)을 검출하는 간단한 방법이다. 한 장이 이미지로부터 입력된 영상과 차영상을 수행하는 방법으로 이는 실험 환경에서만 사용 가능하다[8,9]. 이를 개선하기 위하여 이전 프레임에서 입력된 프레임을 차영상 하는 방법이 있으나 이는 실외 환경의 작은 변화에도 민감한 특성이 있다. Spagnolo 는 평균화한 누적된 프레임을 배경영상으로 차영상을 수행하여 작은 변화에 강인하면서 환경변화에 적응 가능한 차영상 방법을 제안하였다[10]. 그러나 이 방법은 연속된 프레임을 저장하기

위한 큐를 필요로 하고 이동하는 전경객체에 의한 잔류영상이 생성되는 문제가 있다.

$$F_t = I_t - \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n I_{t-i} \quad (1)$$

식 (1)은 기존에 주로 사용된 배경영상 생성 방법으로 n 은 실시간 영상에 대하여 배경영상으로 몇 프레임 사용할 것인지 결정한다. 입력영상 I_t 에 대하여 평균한 n 프레임의 누적영상을 배경영상으로 차영상을 수행하는데 이는 잔류영상을 생성한다.

기존 적응적 배경영상의 잔류영상 문제를 해결하기 위하여 지수적으로 감소하는 프레임을 누적하여 평균한 영상을 배경영상을 제안한다.

$$F_t = \left| I_t - \frac{B_{t-1}(n-1) + I_t}{n} \right| \quad (2)$$

제안하는 방법 식 (2) 에서 배경영상 B_t 에 입력된 한 장의 프레임의 배경영상에 대한 영향력은 프레임 증가에 따라서 $1/n$ 을 곱한 만큼 지속적으로 감소하게 되며, 이것은 식 (1)에서 한 장의 프레임의 영향력이 n 프레임 동안 지속적으로 $1/n$ 의 영향력을 배경영상에서 차지하는 것과 대조적이다.

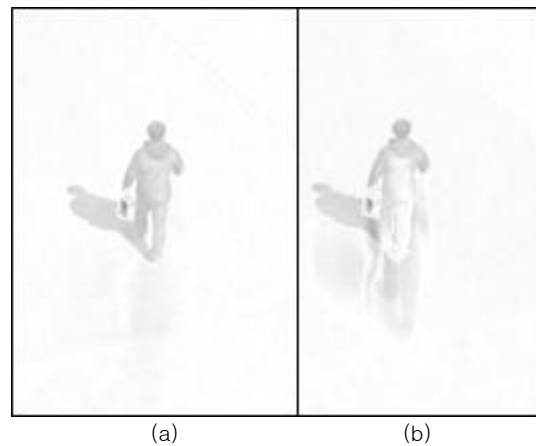


Fig. 1. The differential image at the same time (a) Differential image by exponentially reduced adaptive background image

(b) Differential image results by Spagnolo

그림 1에서 보여주듯이 지수적으로 감소되는 적응적 배경의 경우 누적된 프레임의 평균에 의한 차영상에 비하여 오검출의 요인이 되는 잔류영상이 적게 검출되는 것을 확인할 수 있다. 잔류영상의 잔류시간은 상대적으로 Spagnolo 의 적응적 배경 차영상 방법에 비하여 더 오래 남게 되는데 상대적으로 잔류영상의 감소속도가 근접한 시점에서 더 빠르게 진행되므로 실제

검출할 전경객체에 미치는 영향은 상대적으로 더 작게 된다.

지수적으로 감소되는 적응적 배경영상에 의한 차영상 방법은 이동하는 객체에 대한 잔류영상을 감소시키면서 동시에 조도 변화에 의한 예외상황에 대하여 빠르게 복구되는 성질을 가지고 있다. 이는 한 장의 프레임이 배경영상에서 차지하는 비율이 지수적으로 감소되면서 최근에 들어온 영상에 대한 상대적 영향력이 배경영상에 비하여 높기 때문에 가능하다.

적응적 배경을 통하여 환경 변화에 적응하는데 필요한 시간은 변화된 입력영상에 대하여 배경영상이 생성되는데 소요되는 시간과 동일하다. 특히 지수적으로 감소되는 배경영상의 차영상 방법은 그림 2와 같이 구름의 이동에 의한 광원의 차단 또는 바람이나 진동에 의한 카메라의 흔들림 등의 실외환경 변화에 의하여 입력영상에서 배경영상으로 분리되어야 하는 영역을 전경영역으로 분리한다. 제안하는 방법은 이와 같은 문제에 빠르게 적응하는 특성을 가진다.



Fig. 2. illuminance changes in outdoor environment

제안한 방법에 의하여 개선된 적응적 배경영상이 실외 환경 변화에 의하여 문제가 발생한 시점으로부터 동일한 프레임 시간 이후에 적응되는 정도는 다음 그림 3과 같다.

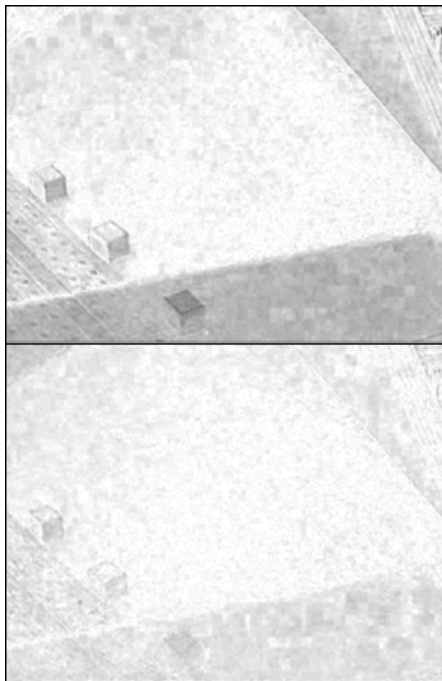


Fig. 3. Comparison adaptation to changing illumination
(above) Spagnolo adaptive background differential image
(below) Exponentially reduced differential image by adaptive background

위 그림 3에서 Spagnolo 방법에 의한 적응적 배경에 의한 차영상과 제안한 지수적 감소된 적응적 배경영상에 의한 차영상의 동일 시점의 결과를 비교하여 제안한 방법이 빠르게 배경영상을 분리하였음을 확인하였다.

2. 광류 스칼라 평균에 의한 객체 검출

광류(optical flow)는 영상에서 밝기값 패턴의 움직임이 눈에 보이는 속도(velocity)의 분포로 카메라와 물체의 상대적인 변화에 의하여 발생한다. 기존에는 블록정합(block matching) 방법이 연구되었으며 이후에 Lucas-Kanade 방법, 그리고 Horn-Schunck 방법등이 개발되었다. 본 논문에서는 1-채널 그레이 영상에 대하여 실수 속도를 계산하는 방식으로 광류식(optical flow equation)을 최소화 하는 방식으로 동작하는 Lucas-Kanade 방법을 참조하였다.

광류를 통한 움직임 검출에 의하여 생성된 X , Y 축의 이동 벡터에 대한 데이터는 각각 X_{velx} , Y_{velx} 행렬을 생성한다. 각각의 생성된 행렬의 수직거리 및 수평거리는 입력영상의 수직거리 및 수평거리와 일치한다. 일반적으로 광류에 의하여 생성된 벡터는 벡터가 지니는 방향성분으로 인하여 객체 추적(object tracking)에 활용되거나 이를 객체의 검출(object detection)에 활용하였다.

광류에 의하여 생성된 벡터행렬의 방향성분 $velx$, $vely$ 는 객체의 검출에 사용되지 않는다. 따라서 벡터를 스칼라로 변환하여 광류 스칼라 행렬을 생성한다.

$$S = \begin{bmatrix} s_{11} & \cdots & s_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ s_{m1} & \cdots & s_{mn} \end{bmatrix} \quad (3)$$

식 (3)의 스칼라 행렬 S 의 성분 $s_{mn} \in S$ 는 X_{velx} , Y_{velx} 의 유클리디언 거리를 통하여 얻어지며 이를 통하여 관심 객체의 좌표를 구하기 위하여 검출할 대상 객체의 크기를 가지는 슬라이딩 윈도우로 평균연산을 수행한다.

$$W_{(i,j)} = \begin{bmatrix} s_{(i,j)} & \cdots & s_{(i+x,j)} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ s_{(i,j+y)} & \cdots & s_{(i+x,j+y)} \end{bmatrix} \quad (4)$$

여기서 식 (4)의 x, y 는 관심 객체의 수평크기와 수직크기이며 스칼라 행렬 S 의 성분들에 대하여 평균연산을 하기 위한 슬라이딩 윈도우(sliding window) W 의 크기로 사용된다.

$$T_{(i,j)} = Average(W_{window(i,j)}) \quad (5)$$

광류 스칼라에 평균을 구하기 위하여 식 (5)을 통하여 평균

화된 행렬 T 을 구한다. 따라서 행렬 T 의 수평크기와 수직 크기는 입력 영상의 크기에서 W 의 수평크기와 수직크기를 빼 것과 같게 된다. 따라서 평균행렬 T 최대값을 가지는 성분의 위치는 객체의 중심점 좌표가 아닌 좌측 상단의 좌표가 되며 객체 좌표로부터 시작되는 W 의 크기와 동일한 사각형은 관심 객체의 영역이 된다.

$$\begin{aligned} x_{obj} &= \operatorname{argmax}_{i \in T} T_{ij} : i \\ y_{obj} &= \operatorname{argmax}_{j \in T} T_{ij} : j \end{aligned} \quad (6)$$

식 (6)에서 x_{obj}, y_{obj} 는 각각 관심객체의 X, Y 축 좌표이며 평균행렬 T 의 최대값을 가지는 성분의 좌표와 동일하다. 이를 통하여 얻어진 객체영역을 이용하여 객체 추적을 할 수 있도록 한다.

광류 평균으로부터 객체를 검출하는 것은 영상에서 객체를 추적하기 위한 전처리 과정으로서 실외 CCTV환경에서 발생할 수 있는 객체의 그림자에 의한 오검출을 줄인다. 영상에서 객체가 수직으로 고정된 크기를 가지고 서있다고 가정하여 슬라이딩 윈도우를 생성하였다. 따라서 영상 내에서 객체의 좌측 또는 우측으로 기울어진 그림자가 발생시키는 광류에 대하여 평균하게 되면 수직으로 서있는 객체의 이동에 의하여 발생된 광류 평균 비하여 작은 평균값을 가지게 된다. 제안된 방법으로 검출된 결과는 아래 그림 4와 같다.

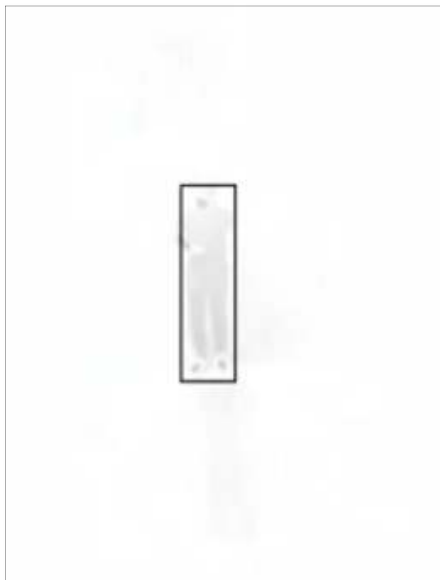


Fig. 4. Objects detection by a sliding window

또한 다중객체가 포함된 영상에서 상대적으로 빠르게 움직이는 객체에 대한 광류 벡터의 크기가 크게 됨으로서 이동속도가 빠른 객체를 우선 검출하는 이점이 있으며 검출된 객체영역의 광류 평균값을 제외하며 반복적으로 객체를 탐색하면 이동

속도가 빠른 객체로부터 느린 객체까지 순차적으로 다중 객체를 검출할 수 있다.

3. 객체 추적

지수적으로 감소되는 적응적 배경에 의한 차영상으로 생성된 전경영상을 대상으로 광류 검출에 의한 객체의 위치로부터 객체를 추적하기 위한 방법으로 Mean-Shift 와 칼만 필터를 적용하였다. Mean-Shift 는 데이터 집합으로부터 생성된 밀도 분포를 기반으로 관심영역의 객체를 추적하는 알고리즘으로 초기 검색영역의 크기 및 위치를 바탕으로 반복적인 색 분할을 계산하여 색상 클러스터를 발생하고 초기 지정한 색 영역에 기반을 두어 경계를 결정하여 관심 물체를 추적하게 된다.

이 때 전경영상은 그레이 영상이므로 원본 입력영상인 칼라 영상을 사용한다. Mean-Shift 알고리즘을 사용하여 중심점을 추적할 때 객체의 중심위치와 속도를 칼만 필터의 상태 벡터로 사용하였다. Mean-Shift 에 의한 추적과 칼만 필터에 의한 추적을 동시에 적용하였을 때 관심 객체에 대한 각각의 추적좌표는 그 차이로서 객체의 이동방향과 속도를 추정할 수 있게 한다. 객체를 검출하고 추적하는 과정은 다음 그림 5와 같다.

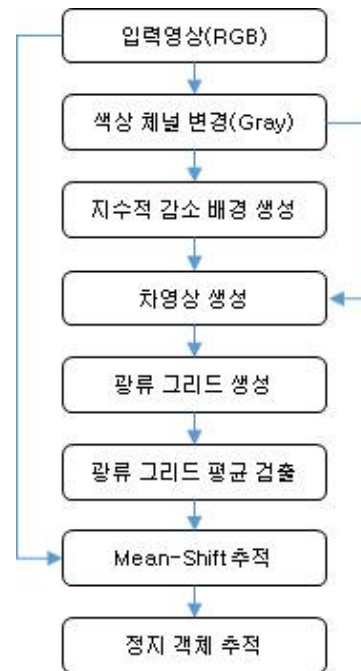


Fig. 5. Object detection and tracking algorithms

다음과 같은 객체 추적 방법은 객체가 영상 내부의 한 위치에 정지하였을 때 지수적으로 감소되는 적응적 배경영상에 포함되어 전경객체에서 배경객체로 전환되는 문제를 해결한다. 차영상에서 광류 평균에 의하여 검출된 객체를 입력영상의 동일한 위치에서 Mean-Shift 에 의하여 추적함으로써 정지된 객체에 대하여 지속적으로 추적 가능하도록 한다.

III. Experiment

성능 실험은 Intel i5 haswell CPU를 활용하여 4GB 환경에서 진행하였다. 또한 구현을 위하여 OpenCV 2.4.9 라이브러리와 Visual Studio 2010이 사용되었다. 실험을 위하여 실제 주택가 골목길에 설치되어 있는 CCTV에서 촬영된 영상을 주택영역에 대하여 그림 5 와 같이 보호하며 사용하였다. CCTV를 통하여 사용한 영상은 15fps 의 D1 사이즈 로 녹화된 동영상을 사용하였으며 기존의 시스템에 적용하기 위하여 VGA 해상도로 낮추어 실험하였다.

실외 환경에서 지속적으로 감소하는 적응적 배경을 실험하기 위하여 나무와 전선등 오검출 요인이 많은 환경에 설치된 CCTV 영상을 활용하였다. 그리고 실험영상에서 사생활 보호를 위하여 주거영역을 영역처리 하였다.. 그 결과는 그림 6과 같다.

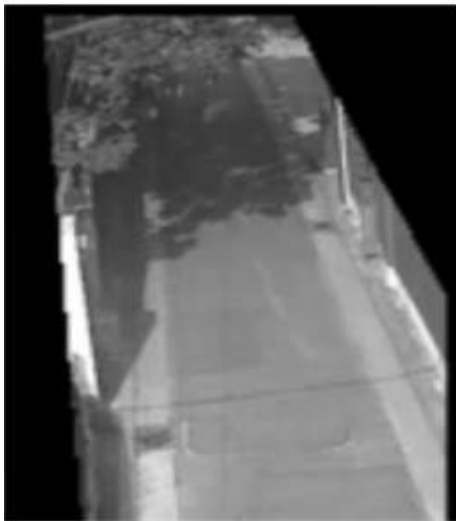


Fig. 6. Outdoor CCTV Experimental environment

제안한 방법으로 지수적 감소되는 적응적 배경영상의 생성을 확인하기 위하여 식(2) 에 대하여 $t = 100, n = 120$ 일 때의 차영상 상태를 그림 7에서 보였다. 초기 입력영상으로부터 적응적 배경영상이 생성될수록, 적응적 배경영상은 입력영상의 배경과 같아지며 배경영상에 의한 차영상은 전경객체를 제외한 나머지 영역을 제외한다. 그림 7에서 밝은색상의 벽이 차영상에서 전경객체로 남아있으며 배경으로 편입되고 있는 것을 확인할 수 있다.



Fig. 7. Differential image in the background image generation process



Fig. 8. Differential image by adapted background

그림 8에서 완전히 적응된 지수적으로 감소되는 배경영상의 차영상에서는 이동하는 객체가 안정적으로 전경객체로 구분되는 것을 확인할 수 있다. 또한 지속적으로 흔들리는 나뭇잎과 전선이 검출되지 않는 것을 확인할 수 있다. 여러 프레임에 걸쳐 흔들리는 객체를 누적하여 배경영상에 편입되어 있는 상태에서 차영상을 수행함으로써 흔들리는 객체의 검출을 제거 가능하다.

배경영상의 적응에 필요한 프레임 수를 크게 할 수록 적응에 오랜 시간이 걸리고 잔영이 더 오래 남게 되나 전경영상의 전체 영역을 검출할 수 있으며, 또한 프레임 수를 낮출수록 실외 환경 변화에 적응이 빠르게 되고 잔상이 짧게 남으나 전경영상의 부분만 검출되는 홀영상이 생성된다.

객체를 검출하기 위하여 영상 내에서 프레임 마다 이동하는 객체가 발생하는 광류를 생성하여 그 광류를 관심 객체의 크기로 평균화하여 최고점을 찾는 방법을 사용하였다. 이동하는 객체에서 발생하는 광류를 표시하기 위하여 실험에서는 그레이 영상에 벡터 형태의 광류를 표현하였다.

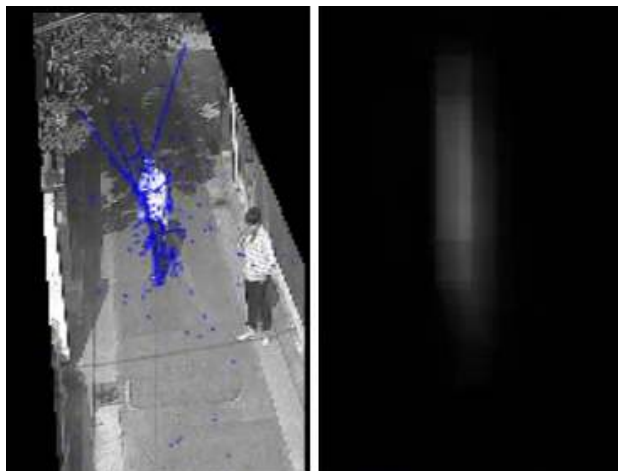


Fig 9. Generate optical flow and average scalar at the same time

그림 9의 우측 이미지에서 스칼라 광류의 평균화된 영상의 최고점이 이동하는 객체의 좌표가 되는 것을 확인하기 위하여 광류 발생 시점과 동일 시점의 평균 영상을 표현 하였다. 좌측의 이미지와 같이 정지되어 적응적 배경에 포함되고 있는 객체는 광류를 생성하지 않고 있으나 이동하는 객체는 광류를 발생하게 된다. 실외에 설치된 CCTV카메라에서 이동하는 객체는 카메라 영상 외부에서 등장하거나 안에서 발생하게 되며 정지되어 있는 객체는 객체 추적 알고리즘에 의하여 지속적으로 추적되므로 정지되어 있는 객체가 광류를 발생하지 않는 것이 객체의 오검출로 연결되지 않는다. 이동하는 객체에 대하여 관심객체의 위치를 검출한 결과는 아래 그림 10과 같다.



Fig. 10. ROI of moving objects detected



Fig. 11. ROI of a stationary object detection

그림 11에서 정지한 객체에 대하여 객체가 적응적 배경으로 편입된 상태에서도 객체가 검출되지 않음을 확인할 수 있다. 정지한 객체는 광류를 발생시키지 않으므로 광류 평균에 의한 검출을 수행할 수 없다. 그러나 객체는 영상 내에서 진입과 탈출 과정에서 반드시 이동하는 시점이 발생하며 그 시점으로부터 찾아지는 객체의 좌표로 객체를 추적할 수 있다. 얻어진 관심객체의 위치에 대하여 추적을 수행하기 위하여 칼만 필터(kalman filter)와 Mean-Shift를 사용하였다.

영상 내에서 이동하는 객체를 검출하기 위하여 슬라이드 윈도우를 통하여 평균화된 광류 스칼라 영상을 사용하는 것은 이동하는 객체의 크기변화가 작은 실외 환경에 설치된 CCTV 영상의 특징 때문이다. 따라서 Mean-Shift에 의한 움직임 추적기법을 사용할 수 있다. 객체의 크기 변화가 객체가 전 후로 움직이는 것에 따라서 많이 차이가 나게 된다면 Mean-Shift를 통한 추적이 어려울 것이다.



Fig. 12. Stationary objects and tracking

다음 그림 12에서 Mean-Shift에 의하여 추적되는 상태를 나타내는 사각형은 붉은색, 칼만 필터를 적용하여 추적되는 상태를 파란색의 사각형으로, 차영상으로 추출된 객체를 녹색으로 표현하였다. 정지된 객체에 대한 추적 결과를 보면 칼만필터에 의한 추적 박스가 Mean-Shift에 의한 추적박스와 비슷한 위치에 있음으로서 객체의 정지상태를 보여준다.



Fig. 13. Moving objects and Tracking

반면에 그림 13에서 이동하는 객체에 대한 추적결과를 보면 칼만필터에 의한 추적 박스가 Mean-Shift 에 의한 추적 박스와 동떨어져 있는 것을 확인할 수 있으며 객체가 카메라의 먼 곳으로부터 가까운 곳으로 이동하고 있다는 사실을 보여준다.

IV. Conclusion

본 논문에서는 CCTV 영상을 이용하여 관심 객체를 검출하고 추적하는 방법을 개발하였다. 광류 벡터를 스칼라 평균으로 변형하여 최대 값을 찾아내는 방법으로 객체의 좌표를 찾아내는 방법을 개발하였으며, 적응적 배경영상에 지수적 감수되는 적응적 배경영상을 제안함으로써 적응적 배경영상으로 인한 잔영 문제를 개선하였다. 또한 광류 검출 방법으로 찾아낸 객체에 대하여 적응적 배경 차영상을 활용하여 추적함으로써 정지된 객체에 대한 추적이 가능하도록 하였으며 현장 적용이 가능하도록 하였다.

향후 객체의 문제점 개선과 객체에 대한 확대영상을 얻을 수 있는 방법을 연구함으로써 객체의 이동 추적뿐만 아니라 이상행동에 대한 판별이 가능하게 하는 방법에 대한 연구를 지속할 예정이다.

REFERENCES

- [1] T. Jang, Y. Shin, and J. Kim, "A study on the object extraction and tracking system for intelligent surveillance," J. KICS, vol. 38, no. 7B, pp. 589-595, Jul. 2013.
- [2] Xia, Dong, Hao Sun, and Zhenkang Shen. "Real-time infrared pedestrian detection based on multi-block LBP." ICCASM, 2010 International Conference on.

- Vol. 12. IEEE, Oct. 2010.
- [3] Xu, Fengliang, Xia Liu, and Kikuo Fujimura. "Pedestrian detection and tracking with night vision." Intelligent Transportation Systems, pp. 63-71. IEEE Mar. 2008
- [4] Zhang, Ruolin, and Jian Ding. "Object tracking and detecting based on adaptive background subtraction." Proceeding Engineering vol.29 pp.1351-1355. Feb. 2012.
- [5] Ji, Young-Suk, Young-Joon Han, and Hern-Soo Hahn. "Robust Method of Updating Reference Background Image in Unstable Illumination Condition." Journal of The Korea Society of Computer and Information 15.1 pp. 91-102. Jan. 2010.
- [6] Bae, Dae-Hee, and Joon-Hwan Yi. "Object Detection Using Predefined Gesture and Tracking." Journal of the Korea Society of Computer and Information 43-53. Dec. 2012.
- [7] A. Elgammal, D. Harwood, and L. Davis, "Non-parametric model for background subtraction," roc. 6th European Conference on Computer Vision, Dublin. 2000.
- [8] Spagnolo, Paolo, et al. "An abandoned/removed objects detection algorithm and its evaluation on pets datasets." Video and Signal Based Surveillance, 2006. AVSS'06. IEEE International Conference on. IEEE, 2006.
- [9] Comaniciu, D, Ramesh, V, Mer, P, "Real-time tracking of non-rigid objects using mean shift." IEEE Conference on Computer Vision and Patern Recognition(CVPR), p.142-151, 2000.
- [10] Greg Welch and gray bishop, "An Introduction to the Kalman filter," Technical report TR 95-041, 1997
- [11] Lucas, Bruce D., and Takeo Kanade. "An iterative image registration technique with an application to stereo vision." IJCAI. Vol. 81. 1981.

Authors



Do-Wook Jeong received the B.S degree in Computer Engineering from Korea Polytechnic University, Korea, in 2014

Mr.Jeong joined the the faculty of the Department of media at Soongsil University, Seoul, Korea, in 2014.

He is currently a M.S Courses in the Department of media, Soongsil University. He is interested in computer vision and machin learning.



Hyung-II Choi received the B.S. degree in Electronic Engineering from Yonsei university, Korea, in 1979. He received the M.S. and Ph.D degrees in Electronic Engineering from University of Michigan, America, in 1982 and 1987, respectively

Dr. Choi Joined the faculty of the Department of Media at Soongsil University, Seoul, Korea in 1987. He is currently a professor in the Department of Computer Science, Soongsil University. He is interested in computer vision, fuzzy and neural network, video surveillance, pattern recognition and interface agent.