

Effective Automatic Foreground Motion Detection Using the Statistic Information of Background

Hyung-Hoon Kim*, Jeong-Ran Cho**

Abstract

In this paper, we proposed and implemented the effective automatic foreground motion detection algorithm that detect the foreground motion by analyzing the digital video data that captured by the network camera. We classified the background as moving background, fixed background and normal background based on the standard deviation of background and used it to detect the foreground motion. According to the result of experiment, our algorithm decreased the fault detection of the moving background and increased the accuracy of the foreground motion detection. Also it could extract foreground more exactly by using the statistic information of background in the phase of our foreground extraction.

▶ Keyword : Foreground Motion Detection, OpenCV, Digital Video Data, Video Surveillance, Background Differencing Technique

1. Introduction

컴퓨터의 정보처리기술 및 정보통신 기술과 접목된 CCTV의 활용 분야가 일반기업, 군사, 경찰, 개인 등 사회 전 분야에 걸쳐 방법 및 보안의 용도로 사용되고 있으며, 활용 목적도 영상 정보를 처리하여 다양한 정보를 수집하는 등 발전을 거듭해가고 있는 추세이다. 특히 사회 전반에 안전 강화 및 범죄 예방의 필요성이 증가됨에 따라 CCTV 등의 영상장비를 이용한 지능형 영상보안 시스템의 구축이 활발하게 진행되고 있다. CCTV를 이용하여 감시하는 환경이 갖추어져 있다하더라도 제한된 경비 보안 관리자가 많은 CCTV의 영상을 감시해야하기 때문에 즉각적인 응급 출동이 필요하거나 범죄 예방이 필요한 중요한 사건들을 쉽게 놓치고 있어서 최근 자동 탐지 시스템에 대한 필요성이 높아지고 있다.[1]

배경 차영상 방법은 가장 간단하면서도 효과적인 자동 전경 움직임 탐지 방법으로 많이 사용된다. 배경 차영상 방법은 배경

영상과 현재 프레임 영상 사이의 차이를 계산하고 임계값 이상의 화소 위치를 전경의 움직임이 있는 화소로 판단하는 방법이다. 그러나 이러한 자동 전경 움직임 탐지 기능을 갖춘 영상보안시스템이 실질적인 자연환경에서 정상적으로 사용되기 위해서는 움직이는 나무들과 그림자와 같은 배경으로 인한 노이즈에 대해 상당히 견고하게 작동하여 거짓 움직임 탐지를 줄이고, 움직이는 목표 물체를 놓치지 않도록 해야 한다. 그러므로 이러한 자동 전경 움직임 탐지 기능을 갖춘 영상보안시스템이 실질적으로 사용되기 위해서는 일반적인 배경 차영상 방법을 개선한 실질적이고 효과적인 자동 전경 움직임 탐지 방법의 개발이 요구된다.[1,2]

사회의 다양한 분야에서 CCTV의 활용 요구가 높아지고 있는 상황에서 CCTV의 하드웨어 관련 기술도 더욱더 발달되어 이의 구축 및 활용이 더욱더 쉽고 일반화되어 가고 있다. 최근 컴퓨터 기술 및 인터넷을 기반으로 한 정보통신 기술이 급속히 발전하면서 HD급 네트워크 카메라 또는 IP카메라로 일컫는 디지털 감시카메라 장비들이 영상보안 시장에 널리 활용 되고 있

• First Author: Hyung-Hoon Kim, Corresponding Author: Jeong-Ran Cho
*Hyung-Hoon Kim (hhkim@kwu.ac.kr), Dept. of Biomedical Systems, Kwangju Women's University
**Jeong-Ran Cho (jrcho@kwu.ac.kr), Dept. of Biomedical Systems, Kwangju Women's University
• Received: 2015. 08. 24, Revised: 2015. 08. 29, Accepted: 2015. 09. 07.
• This work was supported by Research Funds of Kwangju Women's University in 2015(KWU15-49)

다. 이러한 디지털 감시카메라는 저렴한 비용으로 영상보안의 목적에 충분히 만족할 만한 고화질 동영상을 제공하면서 동시에 디지털 데이터를 실시간으로 제공해 줄 수 있는 장점이 있다.[3]

본 논문은 자연 환경에 보안 감시 목적으로 설치되어 있는 IP카메라로 촬영되는 디지털 영상으로부터 자동적으로 움직이는 전경을 탐지하고 움직이는 전경 물체를 추출하는 알고리즘을 제안하고 시스템으로 구현하였다. 움직이는 전경 물체를 탐지하는 방법으로 가장 많이 사용되고 있는 배경 차영상 방법을 기반으로 이를 개선한 알고리즘을 제안하고 구현하여 기존 방법과 수행 결과를 비교 분석하였다. 본 논문에서는 움직이는 배경 등을 포함한 실질적 자연 환경에서 오탐지율을 줄이고 움직이는 전경 물체의 탐지율을 높이기 위해 배경에 대한 통계적 정보를 활용하였다. 또한 움직이는 전경 탐지 단계 이후에 탐지된 전경 물체를 추출하는 별도의 단계를 수행함으로써 더욱더 정확한 움직이는 전경 물체를 추출할 수 있도록 하였다.

II. Related works

본 논문에서 제안한 자동 전경 움직임 탐지 시스템은 그림 1의 일반적인 영상탐지시스템을 기본으로 하고 있다.

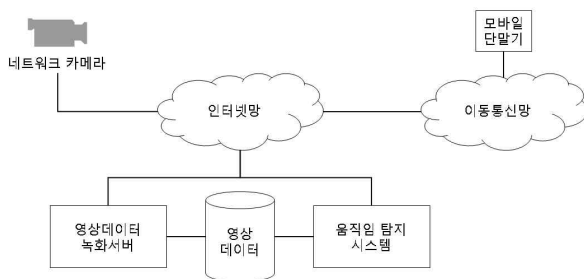


Fig. 1. General Overview of Motion Detection System

네트워크 카메라에서 전송되는 디지털 영상데이터는 인터넷을 통하여 영상데이터 녹화 서버에 저장되며, 모바일 단말기로 실시간으로 촬영되는 디지털영상을 조회하거나 네트워크 카메라의 기능에 따라 카메라의 줌 및 틸트 기능을 사용할 수 있다. 움직임탐지시스템은 실시간으로 전달되는 디지털 영상데이터로부터 움직임이 있는 전경을 탐지하고 그 결과를 다양한 형태로 확인할 수 있도록 운영되고 있다. 영상탐지시스템에서 가장 핵심 요소는 움직임 탐지시스템으로써 이를 다루는 많은 연구가 진행되고 있다.

[1]에서는 감시카메라로부터 실시간으로 전송되는 영상데이터를 저장함과 동시에 움직임탐지시스템으로 전송한다. 움직임 탐지시스템에서는 움직임이 탐지되면 움직임 부분에 대한 이동 물체의 윤곽부분영상을 캡처하여 정지영상을 저장하고, 움직임 탐지 시점의 전후 일정 시간에 대한 동영상을 별도 저장하는

시스템을 구현하였다. 움직임 탐지 영상처리 모듈은 차영상 기반의 움직임 탐지 기법을 이용하였다. 연구에 사용된 영상데이터의 크기는 640x480 프레임 크기를 기본 값으로 칼라영상데이터를 기준으로 구현되었다.

이전영상과 현재영상의 각 픽셀을 구성하는 RGB의 바이트마다 하위 4비트 이상이 다른 픽셀은 상이 픽셀로 판정하고, 전체 이미지의 10% 이상의 픽셀이 상이 판정이 발생하면 움직임 탐지를 결정하는 방법이다. 움직임 탐지가 판정되면 움직임 영역 추출 작업을 위하여 이미지 차 연산을 반복 적용하는 방법을 사용하였다. 조명이 일정한 경우 높은 성공률을 나타내지만 특정 영역에 너무 밝은 조명이 주어지면 움직임으로 판단하는 오차가 있다.

[4]에서는 OpenCV의 accumulateWeighted() 함수를 이용하여 배경영상을 준비하고 차영상 방법으로 움직임을 탐지하는 프로그램을 제시하였다. 입력 디지털영상으로부터 각 프레임 단위의 칼라영상을 그레이 스케일 영상으로 변환하여 사용하였다. 개괄적인 처리 절차는 입력 영상의 잡음을 제거하기 위하여 GaussianBlur()함수 등을 사용하였다.

III. Proposed Scheme

일반적으로 자동 전경 움직임 탐지 시스템을 구현하는데 있어서 가장 많이 사용되며 효과적인 방법이 배경 차영상 방법이다. 배경 차영상 방법은 디지털 영상데이터의 현재 프레임과 배경이미지의 차영상을 구하고 그 결과를 사용하여 배경이미지에 존재하지 않고 현재 프레임에만 존재하는 새로운 전경을 움직이는 물체로 탐지하는 방법이다.[4,8,12] 배경 차영상 방법은 개념적으로 단순하고 간단한 연산을 수행하는 것에 비해 상당히 좋은 탐지결과를 제공하는 방법이다. 그러나 전통적인 배경 차영상 방법만으로는 현실세계에 존재하는 다양한 형태의 움직이는 배경의 상황으로 인하여 잘못된 움직임 탐지 결과를 나타내게 된다.[2,9] 예를 들면, 바람에 의해 움직이는 나무, 햇빛에 의한 그림자 등으로 만들어지는 잡음을 움직이는 전경으로 잘못 탐지하는 결과를 나타내고 있어 현실적으로 실제 적용에 어려움이 발생된다.

본 논문에서는 이러한 움직이는 나무 등으로 만들어지는 잘못된 탐지를 줄이고, 기존의 방법 보다 원거리에 존재하는 물체 또는 작은 물체의 움직임을 더욱 정확하게 감지할 수 있도록 개선된 전경 움직임 탐지 알고리즘을 제안하고 시스템을 구현하였다. 또한 전경 움직임 탐지 단계 이후에 움직이는 전경 추출 단계를 처리함으로써 움직이는 전경을 보다 정확하게 배경 이미지로부터 분리 추출하는 개선된 방법을 제안하고 구현하였다.

1. Implementation Environments

본 논문에서 처리하는 디지털 영상데이터는 실제로 보안 감

사용으로 사용되고 있는 CCTV의 실질적인 영상데이터를 입력 자료로 사용하였다. 기존의 자동 전경 움직임 탐지 시스템에 있어서 문제점 중에 하나인 다양한 환경적인 노이즈로 인한 잘못된 탐지 결과를 확인하고 이를 개선하기 위한 알고리즘을 개발하기 위한 것이다.

본 연구에 사용된 CCTV는 네트워크 카메라 EasyCAM-200V Pro라는 제품을 사용하였다. 이 네트워크 카메라는 고화질급인 200만 화소의 1920x1080 크기까지 녹화가 가능하며 인터넷이 연결되는 곳이면 어느 곳에서나 설치하여 사용할 수 있는 제품이다. 또한 특별한 녹화 장비가 필요 없고 일반 PC에 업체에서 제공하는 관제 프로그램만 설치하면 쉽게 설치하여 사용할 수 있도록 되어있다. 또한 스마트폰 어플을 설치하면 스마트폰을 이용하여서도 실시간으로 설치된 네트워크 카메라를 통하여 감시할 수 있도록 되어있다. 본 논문에서 제안된 알고리즘은 네트워크 카메라의 관제 프로그램에 의해 녹화된 디지털 영상데이터를 읽어 들여 처리하는 방법으로 구현되었다.[1,6]

본 논문에서 제안된 알고리즘을 구현하는 프로그래밍 언어는 Visual Studio 2012 C/C++과 OpenCV 라이브러리를 사용하였다. OpenCV는 오픈소스로 운영되는 컴퓨터 비전(Computer Vision) 관련 라이브러리이다. OpenCV는 소스가 공개되어 있어 사용자가 자신의 환경에 맞게 재 컴파일하여 사용할 수 있으며, 윈도우, 리눅스, iOS, 안드로이드 등 다양한 플랫폼에서 C, C++, Java 등 다양한 언어와 함께 사용할 수 있도록 되어 있다. OpenCV의 라이브러리는 영상 및 비디오의 입출력, 영상처리 및 컴퓨터 비전 관련 알고리즘이 구현되어 있고 지속적으로 버전이 업그레이드되고 있으며, 본 논문에서는 최신 버전 3.0을 사용하였다.[4]

개발에 사용된 컴퓨터는 Intel Core2 Duo 2.0Ghz CPU와 3GB RAM이 탑재된 Windows 7환경이다. 개발에 사용된 컴퓨터의 용량이 기본적으로 영상처리에 충분한 용량의 컴퓨터시스템이 아니기 때문에 컴퓨터의 처리 속도 및 용량을 고려하여 디지털영상의 해상도는 640x352 크기로, 칼라영상을 회색톤 이미지(gray-scale image)로 변환하여 구현하였다.

2. Overview of Automatic Foreground Motion Detection

본 논문에서 제안한 움직임 탐지 알고리즘을 명확하게 설명하기 위하여 사용되는 기호 및 개념을 정의하였다. 네트워크 카메라로부터 촬영된 디지털 영상은 관제프로그램이 운영되고 있는 컴퓨터에 저장되며, 저장된 디지털영상은 OpenCV의 `inputVideo()` 함수를 사용하여 입력 받아 프레임 단위로 처리하였다.[4, 5] 디지털 영상의 각 프레임은 본 논문의 구현 환경에 사용되는 컴퓨터의 처리 속도 및 용량을 고려하여 그레이 스케일 이미지로 변환하여 사용하였다. 따라서 현재 프레임 `grayImage`는 디지털영상으로부터 현재 시간에 해당하는 그레이 스케일 이미지의 픽셀인 `px(i,j)`로 구성된다. 즉 현재 프레임

$$\text{grayImage} = \{px(i,j) | px(i,j) \in \text{current frame}, 0 \leq i \leq \text{height}, 0 \leq j \leq \text{width}\}$$

로 정의된다.

배경이미지 `avgImage`는 디지털 영상으로부터 탐지된 움직이는 전경을 제외한 배경이미지 부분을 누적 평균을 나타내는 그레이 스케일 이미지의 픽셀인 `avgpx(i,j)`로 구성된다. 즉 배경이미지는 `avgImage`는 본 논문에서 제안된 알고리즘의 매 반복 과정을 통하여 `avgImage =`

$$\{avgpx(i,j) | avgpx(i,j) = (1 - \alpha) * avgpx(i,j) + \alpha * px(i,j), px(i,j) \in \text{current frame}, \text{mask}(i,j) \neq 0, 0 \leq i \leq \text{height}, 0 \leq j \leq \text{width}\}$$

로 정의되고 계산되어진다. 여기서 `mask(i,j)`는 현재 프레임에서 움직이는 전경 물체가 제외된 영역을 나타내주며, α 는 현재 프레임의 누적평균 비율을 나타낸다.

본 논문에서 제안한 알고리즘은 배경 차영상방법을 기반으로 하고 있으며, 이 방법은 배경에 대한 정확한 정보가 탐지 결과에 많은 영향을 주는 방법이다. 따라서 본 논문에서는 배경에 대한 표준편차 정보를 계산하여 이를 활용하였다. 본 논문에서 사용한 배경에 대한 표준편차 정보는

$$\text{stddevAry} = \{\text{stdpx}(i,j) | \text{stdpx}(i,j) = \sqrt{\frac{\sum_{f=1}^F (px(i,j) - \text{avgpx}(i,j))^2}{F}}\}$$

로 정의하고 본 논문에서 제안된 알고리즘의 매 반복 과정을 통하여 누적 계산하여 사용하였다.

본 논문에서 제안한 자동 전경 움직임 탐지 시스템의 알고리즘은 크게 전경 움직임 탐지단계, 전경 추출단계, 배경이미지 갱신단계, 배경통계정보 산출단계의 4단계로 구성되어 있다. 첫 번째 전경 움직임 탐지단계는 현재 프레임 `grayImage`와 배경이미지 `avgImage` 사이의 차영상을 계산한다. 그리고 그 결과에 대해 배경이미지에 대한 표준편차 정보를 기반으로 배경이미지 `avgImage`의 각 픽셀의 영역을 움직이는 배경(MV_BACKGROUND), 고정배경(FX_BACKGROUND) 그리고 일반 배경(NM_BACKGROUND)로 구분하였고, 노이즈 제거 및 팽창의 과정, 움직이는 전경 물체에 대한 탐지에 활용하였다.

기존의 방법에서는 차영상 결과에 대해 움직이는 전경 물체의 판단이 되는 임계값을 하나만 사용함으로써 현실 세계의 움직이는 나무 등으로 인한 노이즈 부분도 움직이는 전경물체로 잘못 감지하는 오류가 발생하는 문제가 있었다. 또한 기존의 방법에서 반대로 잘못 감지하는 오류를 줄이기 위해 임계값을 낮추면 움직이는 전경물체 감지하지 못하는 오류를 발생하게 된다. 이러한 기존 방법의 문제점을 개선하기 위하여 본 논문에서는 앞에 설명된 것과 같이 배경이미지의 영역을 구분하고 각 영역의 특성에 맞는 적절한 임계값을 사용함으로써 올바른 움직이는 전경물체의 탐지율은 높이고, 잘못된 오탐지율은 줄일 수 있었다.

두 번째 움직이는 전경물체 추출단계는 전 단계에서 움직이

는 전경물체가 감지된 경우에 수행되는 단계로써 움직이는 전경물체를 기존 방법 보다 정밀하게 추출하기 위한 단계이다. 첫 번째 전경 움직임 탐지단계에서 발견된 위치를 중심으로 관심영역을 확대하고, 배경이미지와 차영상 결과에 대해 움직이는 전경 물체의 추출에 필요한 팽창과 노이즈제거 과정을 반복하여 기존 방법 보다 정확한 움직이는 전경물체를 추출할 수 있었다.

세 번째 배경이미지 갱신단계는 현재 프레임에서 움직이는 전경물체를 제외한 배경이미지를 기존의 배경이미지에 누적 평균값으로 갱신한다. 전 단계에서 움직이는 전경물체의 영역을 기존 방법 보다 정확하게 추출함으로써 더욱더 정확한 평균 배경이미지로 갱신할 수 있게 되었다. 또한 본 논문에서 제안된 시스템의 실험 과정을 통하여 햇빛에 의한 그림자 등으로 올바른 움직이는 전경 물체의 탐지를 어렵게하는 것을 확인할 수 있었다. 따라서 본 논문에서는 햇빛과 조명에 의해 이동하는 그림자 및 비와 같은 노이즈 환경으로 인한 잘못된 전경물체 탐지 결과를 만드는 원인을 줄이기 위하여 2분 이내에 있는 프레임에 대한 누적 평균의 비율을 크게 적용하도록 함으로써 이를 개선할 수 있었다.

네 번째 배경 통계정보 산출단계는 배경이미지의 각 픽셀에 대한 표준편차 정보를 계산하고, 이 정보를 기반으로 움직이는 배경, 고정 배경, 일반 배경으로 배경이미지의 각 픽셀 위치를 구분하였다.

3. Automatic Foreground Motion Detection Algorithm

1) 전경 움직임 탐지와 전경 추출

전경 움직임 탐지 및 추출 알고리즘은 네트워크 카메라로부터 녹화된 디지털 영상데이터를 프레임 단위로 읽어 들여 배경 이미지와 차영상을 활용하여 움직이는 전경물체를 탐지하고 이를 추출하는 단계이다. 본 논문에서 구현된 전경 움직임 탐지를 위한 알고리즘의 개요는 그림 2와 같다.

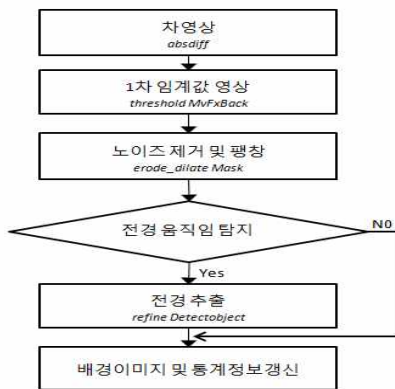


Fig. 2. Overview of foreground motion detection and extracting algorithm

그림 2의 차영상은 누적 평균하여 계산된 배경이미지와 현재 프레임 사이의 차이로 만들어지는 영상을 생성하며, 이를 위하여 OpenCV 라이브러리 absdiff() 함수를 사용하였다. 이 차영상을 통해 현재 프레임으로부터 배경이미지와 차이가 있는 부분을 결과로 얻게 되는데, 물론 이 결과는 여러 가지 노이즈 환경을 포함하고 있는 결과이다.

그림 2의 1차 임계값 영상은 차영상으로부터 배경 통계정보를 통해 구분된 움직임 배경, 고정배경, 일반배경 영역에 따른 임계값을 기준으로 임계값 영상을 생성하도록 본 논문에서 개발한 thresholdMvFxBack()함수를 이용하였다. 고정배경에 해당하는 위치에서는 낮은 임계값을, 움직임 배경에 해당하는 위치에서는 높은 임계값을 그리고 일반배경에 해당하는 위치에서는 중간 임계값을 이용하도록 함으로써 기존 방법 보다 오탐지율은 낮추고 탐지하지 못하는 전경물체는 더욱더 정확하게 탐지할 수 있도록 하는 이후 단계의 근간이 되는 임계값 영상을 만들 수 있었다.

그림 2의 노이즈 제거 및 팽창은 1차 임계값 영상으로부터 움직이는 배경에 대해 노이즈를 강하게 적용하고, 고정배경 및 일반배경에 대해서는 약하게 적용하도록 OpenCV라이브러리의 erode()함수와 dilate()함수를 주요 함수로 사용한 본 논문에서 개발한 erode_dilateMask()함수를 이용하였다. 이 erode_dilateMask()함수를 통하여 움직이는 나무와 같은 노이즈는 제거하고, 움직이는 전경물체의 요소는 유지 및 확대하는 효과를 얻을 수 있었다.

그림 2의 전경물체추출은 전 단계의 노이즈제거 및 팽창의 결과가 전경 움직임 탐지 결과로 판단된 경우에 탐지된 전경물체를 보다 정밀하게 추출하기 위한 과정으로 수행되며 본 논문에서 개발한 refineDetectObject()함수를 사용하였다. 전 단계에서 탐지된 전경 물체를 감싸는 사각형의 왼쪽위쪽 좌표(x, y)와 크기(height x width)를 계산하고, 이를 근거로 움직이는 전경물체로 상세하게 분석할 관심영역을 탐지된 크기의 50%를 확대하여 사용하였다. 이 확대된 관심영역 안에서 움직이는 전경 물체의 추출에 적합한 내용의 2차 임계값영상, 노이즈 제거 및 팽창 과정을 수행하도록 하였다. 실험 결과 1차 임계값영상에 의한 결과보다 정확한 움직이는 전경 물체를 추출할 수 있었다.

2) 배경이미지 갱신과 배경 통계정보 산출

배경 차영상을 이용한 방법에서 움직이는 전경물체를 정확하게 탐지하기 위해서는 배경이미지의 정확성이 많은 영향을 준다고 볼 수 있다. 따라서 본 논문에서는 배경이미지에 영향을 줄 수 있는 움직이는 나무와 그림자 등과 같은 배경이미지의 특성을 파악하고 이를 이용하기 위하여 배경이미지에 대한 표준편차 정보를 계산하였고, 햇빛에 의해 그림자가 이동하는 등의 환경 노이즈에 의한 오탐지율을 줄이기 위하여 현재 프레임의 배경이미지에 대한 반영 비율을 일정한 시간을 주기로 변경하도록 하는 배경이미지 갱신 및 배경 통계정보를 활용하는 알

고리즘을 제안하였으며 이의 개괄적 절차는 그림 3과 같다.



Fig. 3. Procedure of updating background and statistic information

기존의 차영상 방법에서 배경이미지를 만드는 방법인 각 프레임의 누적 평균값을 이용한 배경이미지 생성 및 관리는 간단한 연산으로 움직이는 배경까지 포용할 수 있는 방법이며 쉽게 이용할 수 있는 방법이다. 하지만 기존의 방법은 움직이는 배경 부분과 고정된 배경 부분에 대한 구별이 되지 않고 사용됨으로 인하여 움직이는 전경 물체의 탐지를 어렵게 하거나 오탐지를 발생하게 된다. 이러한 오탐지 결과로 만들어지는 잘못된 배경 이미지는 처리 과정이 반복될수록 더욱더 움직이는 전경 물체의 탐지를 어렵게 만드는 악순환이 계속되는 것이다. 따라서 본 논문에서는 배경에 대한 표준편차 정보를 활용하여 보다 올바른 누적 평균 배경이미지를 산출하도록 하였고 이러한 표준편차 정보는 움직이는 전경물체의 탐지 및 추출에도 활용되어 기존의 방법 보다 정확한 움직이는 전경 물체 탐지율과 낮은 오탐지율을 얻게 되었다. 본 논문에서 개발한 updateBackground() 모듈은 전 단계에서 움직이는 전경물체에 대한 영역을 제외한 배경이미지를 갱신하기 위해 OpenCV 라이브러리 accumulatedWeighted() 함수를 기본 연산자로 활용하여 개발되었다. 조명 및 햇빛으로 만들어지는 그림자에 의한 노이즈 발생을 억제하기 위해 최근 시간, 즉 본문에서는 2분 이내의 프레임의 누적 비율을 높게 반영되도록 구현하였다.

배경에 대한 표준편차 정보를 계산하기 위하여 본 논문에서 개발한 calcStdDev() 모듈을 사용하였다. 표준편차 정보는 움직이는 나무 등이 존재하는 움직이는 배경에 대해서는 오탐지의 발생을 줄이기 위한 목적을 가지고 있으며, 고정배경에 존재하지만 원거리에 존재하거나 크기가 작은 전경물체를 보다 정밀하게 탐지하기 위한 목적으로 개발하였다. 일반적으로 움직이는 나무와 같은 움직이는 배경은 전경물체 보다는 상대적으로 상시적으로 움직이는 특성이 있으므로 이를 배경에 대한 표준편차의 값에 반영되도록 하기 위하여 표준편차의 누적 비율을 기존 값, 즉 상시적인 편차값의 비중을 크게 하는 방법으로 반영하였다.

4. Analysis of Experimental Result

그림 4는 본 논문에서 구현한 시스템에 의해 자동적으로 움

직이는 전경 물체를 탐지하는 과정을 샘플 디지털영상에 대해 수행한 결과를 보여주고 있다. 그림 4는 실제 네트워크 카메라에 의해 촬영된 샘플 디지털 영상을 본 논문에서 구현한 시스템으로 처리하는 중간 과정을 시각화하여 보여주고 있다. 그림 4의 (1)현재 프레임 grayImage에는 움직이는 나무, 그림자 등 노이즈 환경이 많이 존재하는 배경 사이로 움직이는 전경물체가 포함된 한 프레임을 보여주고 있다. 그림 4의 (2)차영상은 현재 프레임 grayImage와 배경이미지 avgImage 사이의 차연산 결과를 보여주고 있으며, 움직이는 전경 물체뿐만 아니라 움직이는 나무 등 노이즈 환경에 의한 부분에 의미 있는 결과를 보여 주고 있어서 기존의 방법을 사용할 경우에 오탐지의 가능성을 나타내는 결과이다.

그림 4의 (3)1차 임계값 영상은 움직이는 배경에 대해서는 높은 임계값을 적용하고, 고정배경에 대해서는 낮은 임계값을 적용한 결과로써 움직이는 배경으로 인한 노이즈는 줄이고, 고정 배경의 전경물체에 대한 픽셀값은 상실되지 않도록 하여 만들어진 결과이다. 그림4의 (4)노이즈제거 및 팽창은 배경에 대한 표준편차 정보를 활용하여 노이즈제거 및 팽창의 과정을 반복하여 만들어진 결과이다.

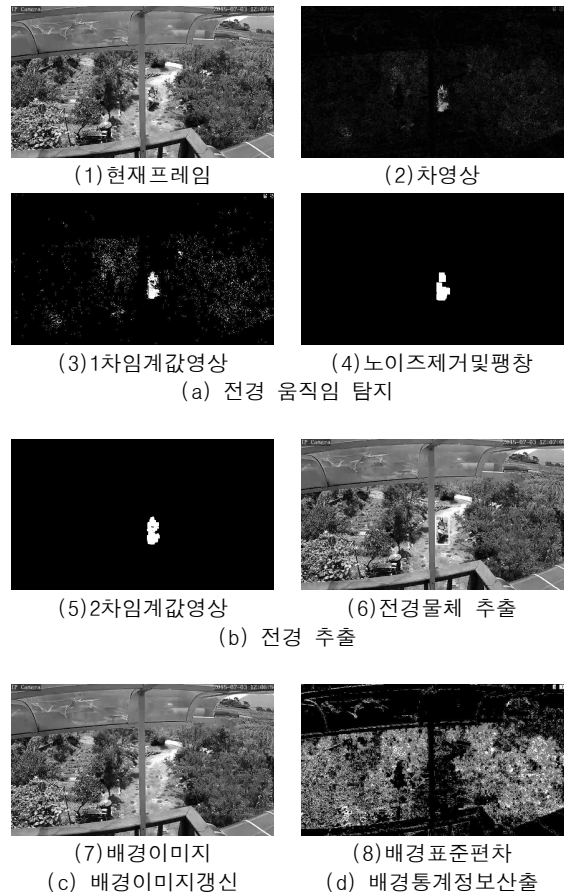


Fig. 4. Procedure of Foreground Motion Detection Using Statistic Information of Background

그림 4의 (5)2차 임계값 영상은 1차 임계값 영상을 사용하는

것보다 더욱더 정확하게 움직이는 전경물체를 추출할 수 있도록 처리된 결과를 보여주고 있다. 그림 4의 (6)전경물체 추출은 현재 프레임에서 움직이는 전경 물체로 탐지된 위치정보 및 2차 임계값 영상정보를 이용하여 추출한 영상을 보여주고 있다. 2차 임계값 영상정보를 이용함으로써 1차 영상정보를 이용한 것보다 정확한 전경물체가 추출된 것을 볼 수 있다. 그림 4의 (7)배경이미지 누적 평균은 현재 프레임의 전경물체를 제외한 배경영역을 기존 배경 이미지에 누적 평균을 구한 결과이며, (8)배경표준편차산출은 배경 이미지에 대한 통계정보를 시각화하여 보여주고 있다. 그림에서 흰색 부분은 움직이는 배경, 회색 부분은 일반배경 그리고 검정색 부분은 고정 배경을 나타내고 있다. 이렇게 변경된 배경이미지 및 배경에 대한 통계정보는 다음 단계의 프레임을 분석하는데 활용되어진다.

본 논문은 네트워크 카메라가 감시하는 대상에 움직이는 나무, 햇빛에 의한 그림자 등 실제 설치 현장에 많이 존재하는 환경 노이즈가 많이 포함되어 있는 디지털 영상데이터를 사용하였으며, 이러한 실제적 환경 속에서 보다 정확하게 움직이는 전경 물체를 탐지하고 추출하는 알고리즘을 제안하고 이를 구현하였다.

본 논문의 구현 결과를 비교 분석하기 위하여 동일한 차영상 방법을 사용하는 기존 방법의 처리 결과와 본 논문의 처리 결과를 동일한 몇 개의 샘플 디지털 영상을 대상으로 전경 물체 탐지 및 추출을 실행하고 그 실행 결과를 비교, 분석하였다. 그림 5는 기존 방법을 사용하여 3개의 샘플 디지털 영상에 대해 움직이는 전경을 탐지하고 추출한 결과를 보여주고 있다.

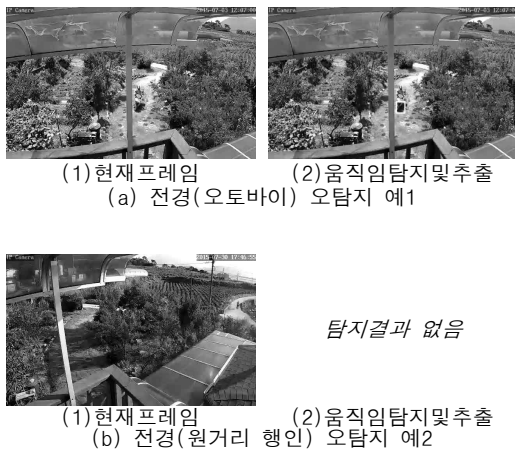


Fig. 5. Examples of Fault Foreground Motion Detection in Existing Background Differencing Technique

그림5의 (a)는 움직이는 전경물체가 화면에 나타나고 사라지는 동안에 어느 정도 네트워크 카메라에 근접하게 접근하였을 때 움직임을 탐지하였으며, 네트워크 카메라로부터 원거리로 멀어지자 탐지하지 못하는 결과를 보여주었다. 또한 움직이는 전경 물체의 추출결과도 전경 물체의 일부분이 포함되지 않는 정확성이 떨어지는 결과를 나타내고 있다.

그림5의 (b)는 움직이는 전경물체가 화면에 나타나 있지만 네

트워크 카메라로부터 원거리에 존재하는 이유 또는 움직이는 물체의 크기가 작아서 정상적으로 탐지하지 못하는 결과를 보여주고 있다. 움직이는 작은 크기의 물체를 탐지하기 위해 임계값을 낮추게 되면 움직이는 나무 등으로 인하여 오탐지 결과를 나타냈다.

그림 6은 본 논문에서 제안한 배경 통계정보를 활용한 자동 전경 움직임 탐지 결과를 보여주고 있다. 그림 6의 (a)는 화면에 움직이는 전경 물체가 나타났을 때 기존 방법보다 먼저 움직임을 탐지하고 더 원거리까지 탐지하는 결과(탐지 프레임 번호 2388 ~ 2687)를 보여주었다. 또한 움직이는 전경의 추출 결과도 보다 정확하게 추출된 결과를 보여 주고 있다.

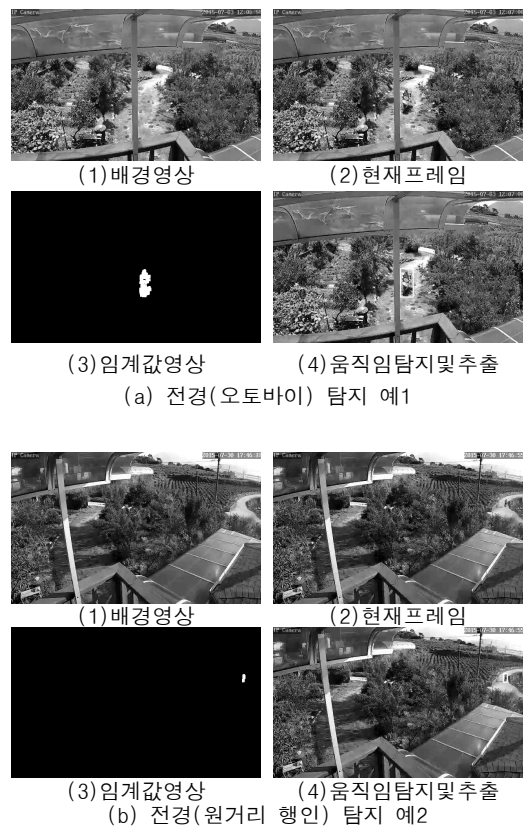


Fig. 6. Examples of Foreground Motion Detection Using Statistic Information of Background

그림 6의 (b)는 기존 방법에서는 움직임을 탐지하지 못하였으나, 본 논문의 수행결과 움직임을 탐지(탐지 프레임 번호 2870~2973)하고 움직임을 추출할 수 있었다.

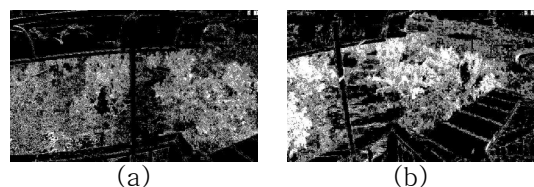


Fig. 7. Classified Backgrounds by Statistic Information

그림 7은 그림 6의 각 디지털영상(a)와 (b)의 처리과정에서 사용된 배경에 대한 통계정보가 반영된 배경이미지로서, 배경 이미지를 고정배경, 움직이는 배경 그리고 일반배경으로 구분한 결과를 보여주고 있다. 그림에서 흰색은 움직이는 배경부분을 나타내고, 검정색과 회색부분은 각각 고정배경과 일반배경을 나타내고 있다.

기존의 방법과 비교해볼 때 본 논문에서 제안한 방법이 움직이는 배경을 가지고 있는 환경에서도 기존 방법 보다 더욱 정확한 움직임 탐지 결과를 나타내고 있다고 분석할 수 있었다.

IV. Conclusion

컴퓨터 기술 및 인터넷을 기반으로 한 정보통신 기술이 발달되면서 네트워크 카메라를 통한 보안영상시스템에 대한 관심이 높아져 가고 있다. 또한 네트워크 카메라와 관련된 하드웨어 기술 발달로 저렴한 비용으로도 설치 및 운영할 수 있게 됨에 따라 사회의 각 분야에서 이를 이용한 보안 및 안전을 위한 도구로 활용되고 있다. 그러나 관리자가 감시 카메라를 육안으로 감시하는 것에는 한계가 있다. 따라서 자동으로 움직이는 전경을 탐지하는 기술이 요구되고 있으며 이에 대한 많은 연구가 진행되고 있고 현재 공급되는 제품들에서도 이러한 기능을 포함하는 제품들이 늘어가고 있는 상황이다.

자동으로 움직이는 전경물체를 탐지하는 방법에 있어서 가장 어려운 문제는 다양한 형태의 움직이는 배경, 즉 움직이는 나무, 햇빛 또는 조명에 의한 그림자 등으로 인하여 잘못된 움직임 탐지 결과를 나타내거나 움직이는 전경 물체를 탐지하지 못하는 문제가 발생된다.

본 논문에서는 자동으로 움직이는 전경물체를 탐지하는 가장 일반적인 방법인 차영상 방법을 개선하여 움직이는 배경을 포함하는 실제 네트워크 카메라의 디지털 영상으로부터 보다 정확하게 움직이는 전경 물체를 탐지하고 추출할 수 있는 알고리즘을 제안하고 이를 구현하였다.

본 논문에서는 네트워크 카메라로부터 촬영된 640x352 크기의 디지털 영상을 그레이 스케일 영상으로 변환하여 프로그램을 수행하였다. 본 논문에서 제안한 방법은 배경에 대한 통계적 정보를 산출하여 움직이는 배경, 고정된 배경, 일반적인 배경을 구분하여 움직이는 전경 물체를 보다 정확하게 탐지하고 추출할 수 있다는 것을 실험 결과 확인할 수 있었다.

본 논문에서는 색상정보가 제외된 그레이스케일영상을 기반으로 전경움직임탐지방법을 연구하였으나 향후 추가적으로 연구하고자 하는 부분은 빅데이터 및 칼라 영상을 활용하는 방법에 대해 연구를 진행하고자 한다.

REFERENCES

- [1] Kyu-Woong Lee, "Implementation of Video Surveillance System with Motion Detection based on Network Camera Facilities", The Journal of IIBC, Vol. 14, No. 1, pp.169-177, Feb. 2014.
- [2] Jin Keun Seo, Sukho Lee, "Automatic Motion Detection Using False Background Elimination", The journal of the Korean Society for Industrial and Applied Mathematics, Vol. 17, No. 1, pp.47-54, Jan. 2013.
- [3] Yang, Ming-Jiang, et al., "Cost Effective IP Camera For Video Surveillance", Industrial Electronics and Applications, ICIEA 2009, 4th IEEE Conference, 2009.
- [4] D. K. Kim, "*C++ API OpenCV Programming*", The Publish Company of KAME, pp.743-745, May 2015.
- [5] OpenCV Open Source Computer Vision, <http://opencv.org>
- [6] AmmarAnuar, KhairulMuzzammilSaipullah, NurulAtiqah Ismail, and Soo Yew Guan, "OpenCV Based Real-Time Video Processing Using Android Smartphone", International Journal of Computer Technology and Electronics Engineering, Vol. 1, No. 3, pp.58-63, 2011.
- [7] C. Stauffer and W.E.L. Grimson, "Learning Patterns of Activity Using Real Time Tracking", IEEE Trans. on Pattern Analysis and Machine Intelligence, No. 22, pp747-767, 2000.
- [8] Jing Guo, Siong Chng Eng, Rajan Deepu, "Foreground Motion Detection by Difference-Based Spatial Temporal Entropy Image", TENCON 2004. IEEE Region 10 Conference IEEE 2004, pp379-382, 2004.
- [9] S.H. Lee and J.K. Seo, "Level Set-Based Bimodal Segmentation with Stationary Global Minimum", IEEE Trans. on Image Processing, No. 9, pp2843-2852, 2006.
- [10] X. Gao, T.E. Boult, F. Coetzee, and V. Ramesh, "Error Analysis of Background Subtraction", IEEE Int. Conf. on Computer Vision, 2000.
- [11] Hye-Youn Lim, Dae-Seong Kang, "The Moving Object Estimation Using an Efficient Background Extraction in the Outdoor Environment", Journal of Korean Institute of Information Technology, Vol. 7, No. 3, pp226-231, 2014.
- [12] Joon-Goo Lee, Ki-Sun Han, Byoung-Moon You, Doo-Sung Hwang, "Shot Boundary Detection Algorithm by Compensating Pixel Brightness and

Object Movement”, Journal of The Korea Society of Computer and Information, Vol. 18, No. 5, pp35-42, 2013.

- [13] Shin S. Y., Baik S. E., Pyo S. B., Rhee Y. W., “Scene Change Detection Using Local X^2 ”, Journal of The Korea Society of Computer and Information, Vol. 15, No. 1, pp203-207, 2007.

Authors



Hyung Hoon Kim received the B.S. degrees in Computer Science from Chonnam National University, Korea, in 1986. He received the M.S. degrees in Computer Science from KAIST, Korea, in 1988.

He received the Ph.D. degrees in Computer Science from Hanyang University, Korea, in 2007. Dr. Kim joined the faculty of the Department of Biomedical Systems at Kwangju Women’s University, Gwangju, Korea, in 1994. He is currently a Professor in the Department of Biomedical Systems at Kwangju Womens University. He is interested in web programming, medical information system, information security, and AI.



Jeong Ran Cho received the B.S., M.S. and Ph.D. degrees in Computer Science from Chonnam National University, Korea, in 1987, 1989 and 1999 respectively.

Dr. Cho joined the faculty of the Department of Biomedical Systems at Kwangju Women’s University, Gwangju, Korea, in 1994. She is currently a Professor in the Department of Biomedical Systems at Kwangju Womens University. She is interested in database, parallel computing, internet and mobile computing, and multimedia contents service.