

Implementation of an improved real-time object tracking algorithm using brightness feature information and color information of object

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

Abstract

As technology related to digital imaging equipment is developed and generalized, digital imaging system is used for various purposes in fields of society. The object tracking technology from digital image data in real time is one of the core technologies required in various fields such as security system and robot system. Among the existing object tracking technologies, cam shift technology is a technique of tracking an object using color information of an object. Recently, digital image data using infrared camera functions are widely used due to various demands of digital image equipment. However, the existing cam shift method can not track objects in image data without color information. Our proposed tracking algorithm tracks the object by analyzing the color if valid color information exists in the digital image data, otherwise it generates the lightness feature information and tracks the object through it. The brightness feature information is generated from the ratio information of the width and the height of the area divided by the brightness. Experimental results shows that our tracking algorithm can track objects in real time not only in general image data including color information but also in image data captured by an infrared camera.

▶Keyword: Object Tracking, Motion Tracking, Digital Video Data, CamShift, CCTV

I. Introduction

영상장비와 관련된 하드웨어의 눈부신 발달로 인하여 각 분야에서 이를 다양하게 활용하고 있다. 이와 함께 영상장비로부터 획득된 디지털영상을 그 활용 목적에 따라 처리하고 운영하기 위한 영상처리 시스템의 개발 및 알고리즘의 연구와 개발이 요구되며 진행되고 있는 상황이다. 특히, 영상장비에서 획득된 디지털영상을 실시간으로 분석하여 객체의 움직임을 추적하는 알고리즘은 보안시스템, 드론시스템 그리고 로봇시스템에서 많이 요구되는 기술이라 할 수 있다.[1]

기존의 객체 추적 알고리즘들은 객체의 칼라정보를 이용하는 방법, 모양 정보를 이용하는 방법, 움직임정보를 이용하는 방법 등이 많이 사용되고 있다.[2] 객체추적 방법은 대부분 실시간으로 디지털영상데이터를 처리해야 하는 환경에서 많이 사용되는 방법이라 할 수 있다. 컴퓨터의 처리 속도와 용량이 지

속적으로 발전해 가고 있지만 객체 추적 알고리즘이 객체의 추적을 처리하기 위해서는 많은 계산량을 요구하는 것은 비현실적인 문제점과 컴퓨팅 자원의 효율적 활용 측면에서 낭비의 요인이 있다. 따라서 객체 추적이라는 목적을 달성하기에 가장 적절하고 최소한의 계산량으로 이를 처리하는 것이 경제적이며 현실성이 높은 방법이라 할 수 있다.

기존의 객체 추적 방법 가운데 평균이동(mean shift, cam shift)방법은 객체의 색상정보에 대한 색상 히스토그램의 분석을 통하여 객체의 중심을 반복적으로 탐색하는 방법이다. 평균이동방법은 비교적 간단한 계산과정을 통하여 객체를 추적할 수 있는 방법으로서 디지털영상을 실시간으로 처리함에 있어서 매우 경제적인 계산 비용으로 구현할 수 있다는 장점이 있다. 평균이동 방법의 mean shift와 cam shift은 동일하게 색상정보

• First Author: Hyung-Hoon Kim, Corresponding Author: Jeong-Ran Cho
*Hyung-Hoon Kim(hhkim@kwu.ac.kr), Dept. of Biomedical Systems, Kwangju Womens University
**Jeong-Ran Cho(jrcho@kwu.ac.kr), Dept. of Biomedical Systems, Kwangju Womens University
• Received: 2017. 05. 12, Revised: 2017. 05. 19, Accepted: 2017. 05. 25.

에 대한 히스토그램 분석을 사용하며, 차이점은 mean shift 방법은 추적 객체의 중심점만을 추적하는 방법이고, cam shift 방법은 추적 객체의 중심점, 크기, 방향을 반복적으로 추적하는 방법이다. 따라서 cam shift 방법은 추적할 객체의 크기와 방향성이 변경되어도 추적할 수 있는 추적 방법이다.

그러나 객체와 배경이 유사한 색상을 가지고 있거나, 주변에 유사한 다른 객체가 존재하는 경우에 추적할 객체를 놓치는 단점이 있다.[1,2] 또한 최근의 디지털영상장비에 대한 이용 환경이 다양해지고, 특히 보안방법시스템의 경우에 적외선 카메라 기능을 탑재한 영상장비가 많이 활용되고 있다. 보안방법 시스템의 경우에는 야간 시간에 유효한 색상정보가 존재하지 않거나 적외선 카메라 기능으로 촬영된 경우에는 밝기 정보만을 포함하는 디지털영상데이터가 획득되어진다. 이 경우에 평균이동방법(mean shift, cam shift)이나 기타 칼라정보를 이용하는 객체 추적 알고리즘은 정상적으로 작동하지 못하는 문제점이 있다.

본 논문에서는 평균이동방법인 cam shift 방법을 확장 개선하여 색상정보를 가지고 있는 디지털영상뿐만 아니라 유효한 색상정보가 불충분하거나 밝기 정보만을 가지고 있는 디지털영상데이터에 대해서도 객체를 추적할 수 있도록 발전된 객체 추적 알고리즘을 제안하고 시스템을 구현하였다. 최근에 열화상 카메라, 야간 투시 카메라 등을 사용하여 산업분야, 보안분야 등 다양한 분야에서 디지털영상데이터를 처리할 필요가 요구되고 있다. 이와 같은 상황에서 본 논문에서 제안된 객체 추적 방법을 사용함으로써 보다 안정되고 현실적인 객체 추적을 활용한 시스템으로 운영할 수 있을 것이다.

II. Proposed Scheme

각종 영상 장비로부터 획득된 디지털영상 정보는 촬영된 현장의 상황 및 영상장비의 특성 등으로 인하여 색상정보를 포함하는 디지털영상뿐만 아니라 밝기정보만을 가지는 디지털영상이 획득되어 사용되고 있다. 기존의 평균이동 추적 방법인 mean shift와 cam shift 방법은 디지털영상에 색상정보에 대한 히스토그램 분석을 통하여 객체를 추적하는 방법이다. 따라서 기존의 평균이동 방법은 주간 시간 또는 적절한 조명이 갖추어진 환경에서는 사용 가능하지만, 야간 시간 또는 불균형한 조명으로 유효한 색상정보가 불충분하거나, 적외선 카메라와 같이 밝기 정보만을 획득하는 영상장비에 대해서는 적용할 수 없는 제한된 방법이라 할 수 있다.

본 논문에서 제안한 객체 추적 알고리즘은 이와 같은 상황에서도 정상적으로 객체를 추적할 수 있도록 하였다. 디지털영상데이터로부터 유효한 색상정보를 갖는 픽셀의 비율이 전체 디지털영상데이터 픽셀의 90%이상 존재하는 경우에는 색상에 대한 히스토그램을 분석하는 방법(calcHueHistProject())으로 객

체를 추적하도록 하였고, 유효한 색상정보를 갖는 픽셀의 비율이 전체 디지털영상데이터 픽셀의 10%미만인 경우에는 밝기정보에 의한 특징정보를 산출하고 이에 대한 히스토그램 분석 방법(calcValHistProject())을 이용하여 객체를 추적하도록 하였다.

색상정보만을 이용한 객체 추적 방법은 색상에 대한 불완전성이 존재하는 경우에 객체 추적에 대한 효율이 떨어지는 문제점이 있었고, 적외선 카메라와 같은 다양한 영상장비에 대해서는 객체 추적이 안 되는 문제점이 있었다. 그러나 본 논문에서 제안된 객체 추적 알고리즘의 실험 결과 색상정보를 갖는 영상데이터에 대해서 기존의 방법 보다 안정된 객체 추적 결과를 보였고, 밝기 정보만을 가지고 있는 영상데이터에 대해서도 객체를 추적하는 실험 결과를 확인할 수 있었다.

1. Implementation Environments

객체 추적 알고리즘에 사용된 디지털영상데이터는 방법 및 보안 목적으로 설치된 CCTV로부터 획득된 영상데이터, 인터넷에 공개된 적외선 카메라 영상데이터와 기존 방법과의 수행 결과의 쉬운 비교를 위하여 편집된 샘플 영상데이터를 사용하였다. 실험에 사용된 방법 및 보안 목적으로 설치된 CCTV는 주간 시간, 즉 충분한 조명이 비추어지는 환경에서는 색상정보가 존재하는 디지털영상데이터를 획득하고, 야간 시간에는 적외선 카메라 기능에 의해 밝기 정보만을 포함하는 디지털영상데이터를 획득하는 장비이다. 본 연구에 사용된 CCTV는 네트워크 카메라의 종류로서 고화질급인 200만 화소의 1920x1080 크기까지 녹화가 가능하며 인터넷이 연결되는 곳이면 어느 곳에서나 설치하여 사용할 수 있는 제품이다. 네트워크 카메라의 관제 프로그램에 의해 녹화된 디지털 영상데이터를 읽어 들여 객체를 추적하는 실험을 하였다.

추적할 객체에 대한 선택은 자동 움직임 탐지 시스템의 결과를 이용하여 선택하는 방법과 사용자가 디지털영상데이터의 화면에서 마우스 등의 장치를 이용하여 선택하는 방법이 있다. 자동 움직임 탐지 방법으로는 차영상방법, 배경차영상방법 등이 사용되어 움직이는 객체의 위치를 파악하고 이 탐지된 객체를 추적 대상으로 사용하는 방법이다.[1, 3] 자동 움직임 탐지에는 활용 분야에 따라 많은 방법들이 존재하므로 본 논문에서는 추적할 객체를 선택하는 방법으로 단순하게 사용자가 그 영역을 선택하는 후자의 방법을 사용하였다.

객체 추적 알고리즘을 구현하는데 사용된 프로그래밍 언어는 Visual Studio 2015 C/C++ 과 OpenCV 라이브러리를 사용하였다. OpenCV는 오픈소스로 운영되는 컴퓨터 비전(Computer Vision)과 관련된 라이브러리이다. OpenCV의 라이브러리는 영상 및 비디오의 입출력, 영상처리 및 컴퓨터 비전 관련 기본적인 기능들이 구현되어 있고 지속적으로 버전이 업그레이드되고 있으며, 본 논문에서는 3.0.0 버전을 사용하였다.[4, 5] 개발에 사용된 컴퓨터는 Intel Core2 Duo 2.0Ghz CPU와 3GB RAM이 탑재된 Windows 7환경이다.

본 논문에서 제안한 디지털영상데이터에 대한 객체 추적 알고

리즘은 색상에 대한 히스토그램 분석과 함께 밝기 정보에 의한 특징 정보를 산출하고 이에 대한 히스토그램 분석을 수행하도록 하였다. 이와 같은 디지털영상데이터 분석 환경에 적절한 색상모델인 HSV색상 모델을 사용하였다. HSV색상 모델에서 H는 색상(Hue)을 의미하고, S는 채도(Saturation), V는 명도(Value, Intensity)를 의미한다. 색상에 대한 히스토그램 분석 과정에서는 색상요소인 H요소를 중심으로 처리하였으며, 밝기 정보에 대한 명도특징 정보 산출 및 히스토그램 분석 과정에서는 명도 요소인 V요소를 중심으로 처리하였다.[6, 7]

2. Overview of Object Tracking Algorithm

본 논문에서 제안한 객체 추적 알고리즘은 색상에 대한 히스토그램 분석을 통하여 객체의 중심점, 크기, 방향성을 반복적으로 계산하고 추적하는 평균이동 방법의 하나인 cam shift 방법을 기반으로 하고 있다. 기존의 cam shift 방법에 있어서 한계점 가운데 하나는 디지털영상데이터에 유효한 색상정보가 부족하거나 밝기 정보만을 가지고 있는 경우에는 객체의 추적이 불가능하다는 문제점이 있다. 디지털영상데이터에서 불충분한 색상정보 또는 밝기 정보만 존재하는 상황은 디지털영상장비의 이용 환경 및 디지털영상장비의 특징으로 인하여 많은 경우에 매우 일상적이며 빈번하게 발생하는 경우라 할 수 있다. 그러므로 이와 같은 밝기 정보 중심의 디지털영상에 대한 객체 추적이 불가능한 기존의 객체 추적 방법은 현실 적용에는 맞지 않는 문제점이 있다고 볼 수 있다. 본 논문에서는 이와 같은 문제점을 개선하기 위하여 유효한 색상정보가 충분하지 못한 경우에는 밝기 정보로부터 특징을 분석하고 이 정보에 대한 히스토그램 분석을 통하여 객체를 추적할 수 있도록 하였다. 실험 결과 디지털영상데이터에 유효한 색상 정보가 충분하지 못하거나 밝기 정보만을 가지고 있는 경우에 기존 방법에서는 추적 불가능했지만 새로 제안된 방법에서는 객체를 추적할 수 있는 결과를 얻을 수 있었다.

제안된 객체 추적 방법의 개요는 그림 1과 같이 객체영역선택, 칼라히스토그램분석, 명도특징및히스토그램분석, 객체추적 단계로 구성되어 있다.

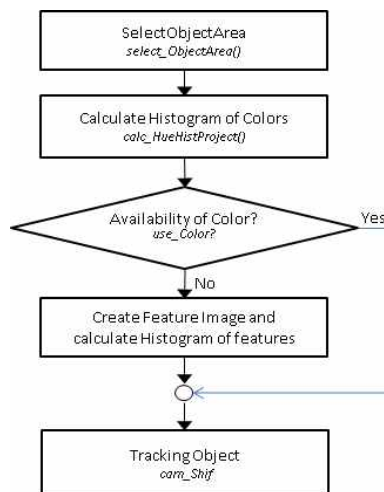


Fig. 1. Overview of Object Tracking Algorithm

객체영역선택(selectObjectArea())단계는 디지털영상데이터가 모니터 화면에 표시되고 있는 상황에서 사용자가 마우스를 사용하여 추적하고자 하는 객체가 포함되도록 드래그하여 영역을 선택하는 단계이다. 이 과정에 의해서 선택된 영역에 대한 색상 분석 또는 명도특징정보 분석을 수행하는 객체 추적에 대한 아래 단계의 각 과정이 시작된다.

칼라히스토그램분석(calcHueHistProject)단계는 유효한 색상정보의 비율을 파악하여 유효한 칼라색상정보의 비율이 10%보다 작은 비율인 경우에는 색상분석을 통한 객체 추적을 하지 않고 다음 단계인 명도특징및히스토그램분석단계로 이동하여 밝기정보에 의한 객체를 추적하게 된다. 유효한 색상정보의 비율이 10%이상의 비율인 경우에는 객체영역선택단계에서 선택한 영역에 대한 색상정보의 히스토그램을 분석하고, 이 분석된 히스토그램 결과 값이 디지털영상 프레임에 역투영으로 반영된 색상 기반의 영상프레임정보를 생성하고 객체추적에 이용될 수 있도록 한다.

명도특징및히스토그램분석(calcValHistProject())단계는 디지털영상데이터의 밝기정보로부터 밝기의 차이에 의해 구분되는 영역들에 대한 형태의 특징을 영역의 너비와 높이의 비율로 구분하였다. 밝기의 차이에 의해 구분된 영역의 형태 정보에 대해서 히스토그램분석을 수행하고 분석된 명도특징정보에 대한 히스토그램 결과 값이 디지털영상 프레임에 역투영으로 반영된 명도 기반의 프레임정보를 생성하고 객체의 추적 정보로 활용하였다.

객체추적(CamShift)단계는 OpenCV 라이브러리에서 제공되는 함수를 사용하여 위 단계에서 생성된 히스토그램 분석결과가 역투영으로 반영된 프레임정보를 통하여 객체의 중심점, 크기, 방향에 대한 추적 계산을 실행하였다.

3. Improved Object Tracking Algorithm Using Brightness Features and Colors Histogram

3.1 Select Object Area

객체 추적 알고리즘의 추적모드(trackingMode)는 INIT, CALC_HIST, TRACKING의 3가지 추적모드로 관리된다. 추적할 객체가 선택되지 않은 초기 상태의 추적모드가 trackingMode=INIT인 상태이다. 디지털영상데이터의 화면에서 추적하고자 하는 객체를 포함하는 영역을 사용자가 마우스를 사용하여 선택하면 추적모드는 선택된 영역에 대한 히스토그램을 분석하는 추적모드 (trackingMode=CALC_HIST) 상태로 전환된다. 추적모드 (trackingMode=CALC_HIST)에서 분석된 히스토그램 결과를 사용하여 객체를 추적하기 위하여 역투영으로 반영된 프레임정보를 생성하고 객체를 추적하는 상태가 추적모드 (trackingMode=TRACKING)로 전환되어 추적의 과정을 진행하게 된다. 추적할 객체가 포함된 영역을 선택하기 위한 방법은 일반적으로 많이 사용되는 마우스의 이벤트를 처리하는 콜백 함수에 의한 방법을 이용하였다.[8]

3.2 Calculate Histogram of Colors

칼라히스토그램분석단계는 디지털영상에 포함된 색상에 대한 히스토그램 분석 결과를 바탕으로 객체를 추적하는 단계이다. 이를 위하여 먼저 디지털영상데이터에 사용 가능한 유효한 색상정보가 충분히 존재하는가를 확인하였다. 유효한 색상정보의 범위는 HSV색상 모델에서 명도와 채도의 각 범위가 최소값 50 이상인 범위를 갖는 픽셀들을 유효한 색상의 대상으로 사용하였다. 즉 디지털영상데이터의 현재 프레임(hsvImage)에 대해 유효한 색상을 갖는 픽셀들의 영역을 그림 2의 코드와 같이 마스킹(mask)하여 선별하였다.

```
int vmin=50, vmax=256; // value
int smin=50, smax=256; // saturation
int hmin=0, hmax=180; // hue
inRange(hsvImage, Scalar(hmin, smin, vmin),
Scalar(hmax, smax, vmax), mask);
```

Fig. 2. Masking of available color area

디지털영상데이터의 각 프레임에서 유효한 색상 범위에 포함된 픽셀들의 비율이 한 프레임 전체 픽셀의 10%이상인 경우에 대해서 칼라히스토그램분석을 통한 객체 추적을 수행한다. 만약 유효한 색상 범위에 포함된 픽셀들의 비율이 10%미만인 경우에는 칼라히스토그램분석을 하지 않고 밝기 정보에 대한 명도특징및히스토그램분석단계에 의해 객체 추적을 수행한다. 다만 객체를 추적함에 있어서 유효한 색상정보의 비율로 10%의 특정 값을 설정한 것에 대해서는 본 논문의 실험과정에서의 경험적 값으로서 향후 이에 대한 합리적인 경계 값에 대한 분석이 요구된다.

색상에 대한 히스토그램 분석은 객체영역선택단계에서 추적할 객체를 포함하는 선택된 영역의 유효한 색상을 갖는 픽셀들에 대해서 OpenCV 라이브러리 함수인 calcHist()를 사용하여 수행하고, 그 결과에 대해 backProject() 함수를 사용하여 역투영 결과를 계산하였다.

3.3 Create Feature Image and Calculate Histogram of Features

명도특징및히스토그램분석단계는 디지털영상데이터에 유효한 색상이 충분하지 않는 경우에 명도정보를 사용하여 객체를 추적하기 위한 단계로서 알고리즘의 개요는 그림 3와 같다. 유효명도영역마스킹은 디지털영상데이터의 현재 프레임에서 명도 값으로 유효하게 사용 가능한 픽셀들의 영역을 그림 4의 코드와 같이 마스킹(mask)하기 위한 과정이다. 즉, 유효명도영역마스킹의 결과로 선택된 영역에 대해서만 명도특징및히스토그램분석에 따른 객체 추적이 수행된다.

객체영역선택단계에서 추적할 객체 부분을 마우스로 선택하게 되면 추적모드가 히스토그램을 분석하는 단계를 지시하는 (trackingMode=CALC_HIST) 상태가 된다. 이 추적모드가 되

면 명도특징및히스토그램분석 단계에서는 먼저 선택된 영역을 대상으로 배경과 객체를 분별하는 임계값을 자동적으로 계산한다.

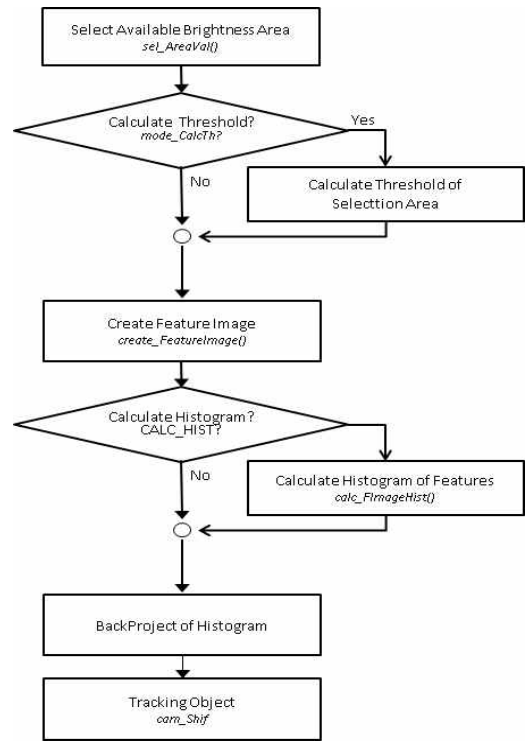


Fig. 3. Overview of Creating Feature Image and Calculating Histogram of Features

```
int vmin=50, vmax=256; // value
int smin=0, smax=256; // saturation
int hmin=0, hmax=180; // hue
inRange(hsvImage, Scalar(hmin, smin, vmin),
Scalar(hmax, smax, vmax), mask);
```

Fig. 4. Masking of available brightness area

선택된 영역에서의 임계값을 자동적으로 계산하기 위하여 전역 임계값(global threshold) 계산방법을 사용하였다. 추적할 객체가 포함된 영역을 대상으로 배경과 객체를 구분하는 임계값을 자동적으로 찾아내고 이를 사용하여 임계영상을 만들어 사용함으로써 이후 과정에서 해당 객체를 구분하고 추적함에 있어서 보다 의미 있는 명도정보가 되도록 하였다.

명도특징이미지생성(createFeatureImage())은 식 1과 같이 디지털영상데이터의 명도이미지(vImage)로부터 명도의 특징을 산출하여 특징 값으로 구성된 명도특징이미지(fvImage)를 생성한다.

$$fvImage(i,j) = height/width\ of\ Area(k), \quad (1)$$

$$fvImage(i,j) \in Area(k)\ connected\ area\ of\ (i,j)$$

객체영역히스토그램분석은 앞의 과정에서 이미 생성된 명도 특징이미지(fvImage)에 대해서 추적할 객체를 포함하고 있는 선택된 영역에 대한 히스토그램을 분석하고, 이 분석된 결과를 역투영한 결과로 객체를 추적하였다. 이때 히스토그램분석, 역투영, cam shift 계산에 OpenCV 라이브러리 함수인 calcHist()함수, calcBackProject() 함수, CamShift()함수를 사용하였다.

4. Analysis of Experimental Results

본 논문에서 제안한 객체 추적 알고리즘은 유효한 색상 정보가 존재하는 경우뿐만 아니라 유효한 색상정보가 충분하지 않거나 야간에 적외선 카메라로 촬영된 밝기 정보만 존재하는 경우에도 객체를 추적할 수 있도록 하였다. 그림 5는 기존의 평균이동 객체 추적 방법에서 밝기 정보만을 가지고 있는 편집된 디지털영상을 대상으로 객체 추적을 수행한 결과로서 정상적으로 추적하지 못하는 결과를 보여주고 있다.

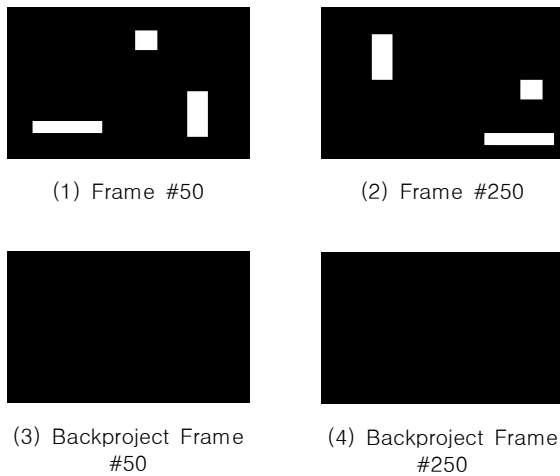


Fig. 5. Result of Existing Cam Shift Object Tracking Algorithm in Brightness only Image Data

그림 5의 (1)과 (2)는 추적할 객체가 이동하고 있는 특정 프레임(프레임 #50, 프레임 #250)의 내용을 보여주고 있다. 그림 5의 (3)과 (4)는 기존의 cam shift 알고리즘을 사용하여 객체를 추적할 때 사용되는 히스토그램의 분석 결과를 역투영한 결과를 보여 주고 있다. 그림 5의 실험 결과에서 보이고 있는 것과 같이 추적할 객체에 대한 의미 있는 역투영 결과를 보이지 못하고 있음을 알 수 있다. 기존 평균이동 cam shift 객체 추적 알고리즘은 디지털영상데이터에 존재하는 색상 정보에 대한 히스토그램 분석 결과를 기반으로 하고 있기 때문에 이와 같이 밝기 정보만을 갖는 경우에 대해서는 객체 추적이 불가능하게 된다.

그림 6은 그림 5에 보인 동일한 디지털영상데이터에 대해서 본 논문에서 제안한 객체 추적 알고리즘에 의한 실험 결과를 보여주고 있다. 그림 6의 (1)과 (2)는 추적할 객체가 이동하고

있는 특정 프레임(프레임 #50, 프레임 #250)의 내용을 보여주고 있다. 그림 6의 (3)과 (4)는 밝기 정보에 의해 산출된 특징 정보를 사용하여 만들어진 명도특징영상 정보이다. 명도특징영상 정보는 밝기에 의해 구분되는 영역들에 대한 너비와 높이에 대한 비율에 대한 정보를 중심으로 생성된 정보이다. 적외선 영상장비의 특성 및 영상장비의 이용 환경에 대한 특성으로 인하여 색상정보가 존재하지 않고 오직 밝기 정보만을 가지고 있는 경우에 객체를 추적하기 위하여 밝기의 차이에 의해 형성된 특징 가운데 가장 대표되는 너비와 높이의 비율 정보를 사용하였다.

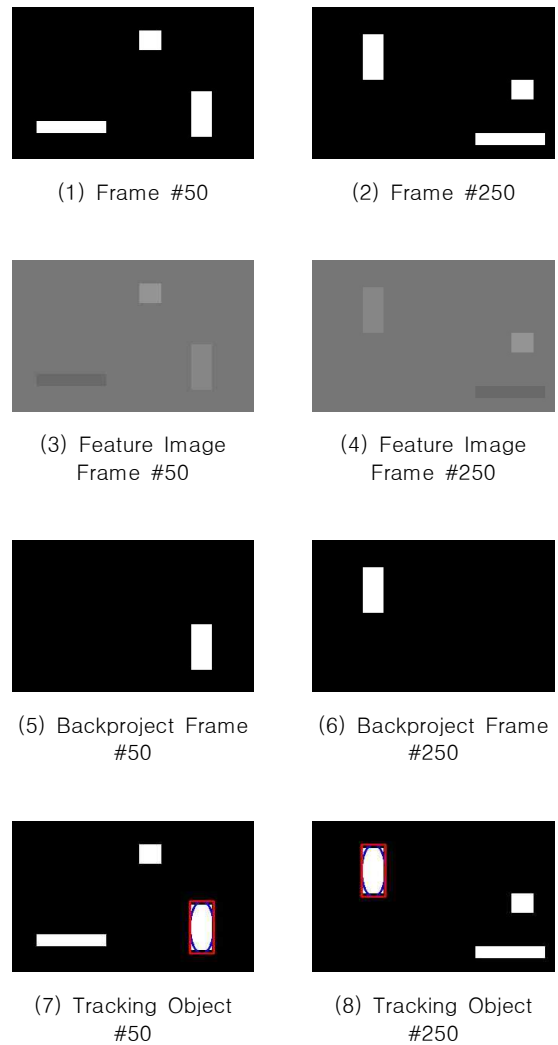


Fig. 6. Result of Proposed Object Tracking Algorithm in Brightness only Image Data

명도특징정보를 산출할 때 추적할 객체에 대한 명도 특징을 보다 의미 있게 사용하기 위해 추적 객체의 선택영역에 대한 전역 임계값을 계산하고, 이 임계값으로 임계값 영상을 생성하여 명도특징정보를 산출하였다.

그림 6의 (5)와 (6)은 명도특징정보에 대한 히스토그램 분석

결과로 만들어진 역투영 결과를 보이고 있다. 그림에 보이는 것과 같이 추적할 객체에 대해 구분되는 역투영 결과를 보이고 있음을 알 수 있다. 그림 6의 (7)과 (8)은 OpenCV 라이브러리로 제공되는 CamShift() 함수를 사용하여 객체의 위치를 추적하였고 추적된 결과 정보를 화면에 사각형과 타원으로 표시하여 보여주고 있다. 편집된 디지털영상데이터의 실험결과에서 보이는 것과 같이 밝기 정보만 가지고 있는 편집된 영상데이터에 대해 기존의 평균이동 cam shift 객체 추적 방법은 객체를 추적하지 못하는 결과를 보였고, 본 논문에서 제안한 객체 추적 방법은 정상적으로 추적하는 결과를 보이고 있음을 알 수 있다.

그림 7에서는 실제 적외선 카메라로 촬영된 디지털영상데이터를 대상으로 기존의 평균이동 cam shift 객체 추적 알고리즘을 사용한 실험 결과를 보이고 있다. 그림 7의 (1)과 (2)는 추적할 객체인 사람이 이동하고 있는 특정 프레임(프레임 #50, 프레임 #154)의 내용을 보이고 있다. 그림 7의 (3)과 (4)는 cam shift 추적 알고리즘에 의해 분석된 히스토그램 결과를 반영한 역투영 결과를 보이고 있다. 디지털영상데이터에 색상정보가 존재하지 않고 밝기 정보만을 가지고 있어서 정상적으로 객체를 추적하지 못하고 있는 결과를 보여주고 있다.

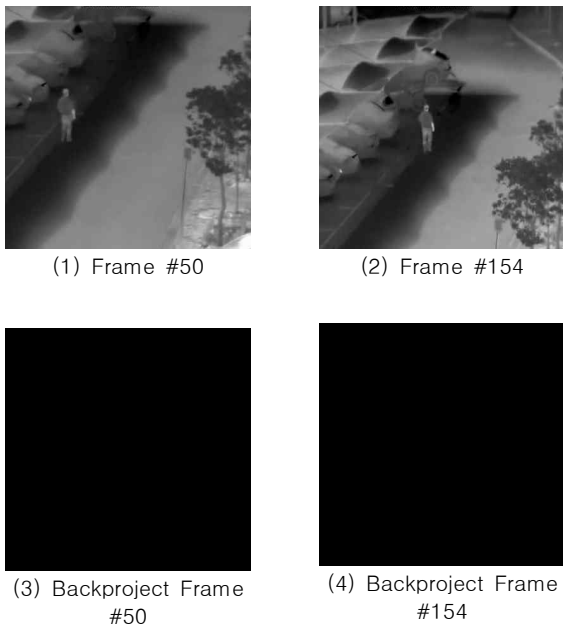


Fig. 7. Result of Existing Cam Shift Object Tracking Algorithm in infrared CCTV Image Data

그림 8은 그림 7에서 사용된 디지털영상 데이터를 대상으로 본 논문에서 제안한 객체 추적 알고리즘을 수행한 결과를 보이고 있다. 그림 8의 (1)과 (2)는 추적할 객체인 사람이 이동하고 있는 특정 프레임(프레임 #50, 프레임 #154)의 내용을 보이고 있다. 그림 8의 (3)과 (4)는 특정 프레임에 대해 디지털영상데이터의 밝기 정보로부터 명도특징정보를 생성한 결과를 보이고 있다. 추적 대상의 명도 특징 정보가 구분된 특징 값으로 보여

지는 것을 알 수 있다. 그림 8의 (5)와 (6)은 명도특징정보에 대한 히스토그램 분석과 이 분석 결과를 역투영한 결과를 보이고 있다. 역투영 결과에서 보이는 것과 같이 추적할 객체에 대해 구분된 의미 있는 결과 값을 보이고 있음을 볼 수 있다. 그림 8의 (7)과 (8)은 객체 추적 결과 정보를 화면에 사각형과 타원으로 표시하여 보여 주고 있다.

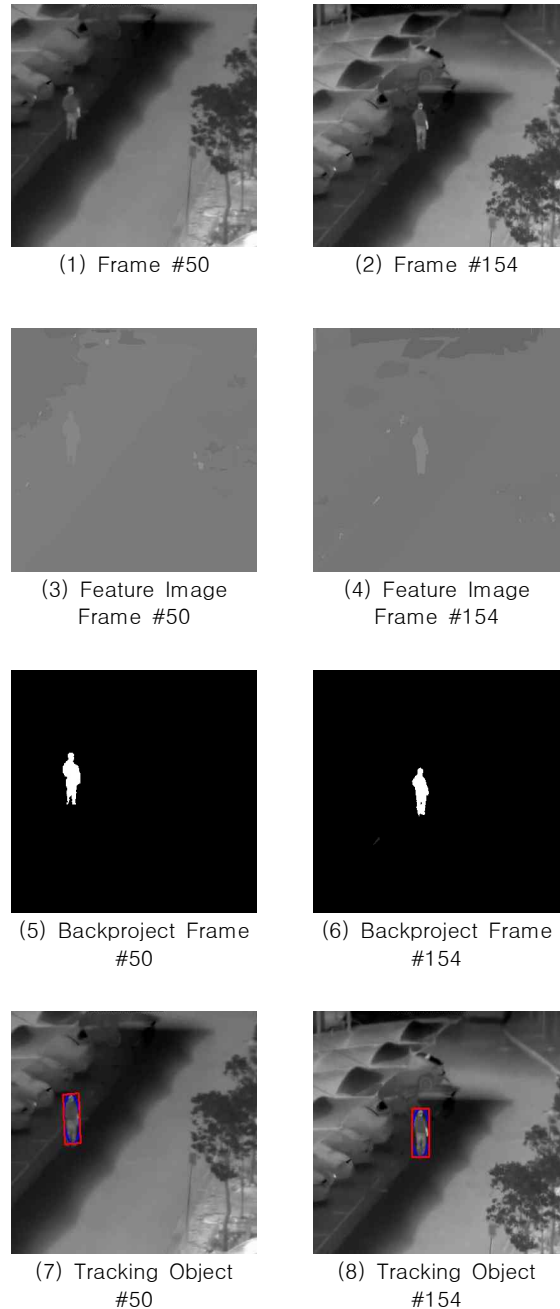


Fig. 8. Result of Proposed Object Tracking Algorithm in infrared CCTV Image Data

적외선 카메라로 촬영된 실제 디지털영상데이터에 대한 실험 결과에서 보이는 것과 같이 기존의 평균이동 cam shift 객

체 추적 방법은 객체를 추적하지 못하는 결과를 보였고, 제안된 객체 추적 방법은 칼라정보가 존재하지 않는 경우에도 명도특징정보를 사용하여 객체를 정상적으로 추적한 결과를 보이고 있다.

그림 9는 색상정보를 포함하고 있는 디지털영상 데이터를 대상으로 제안된 객체 추적 알고리즘의 수행한 결과를 보이고 있다.

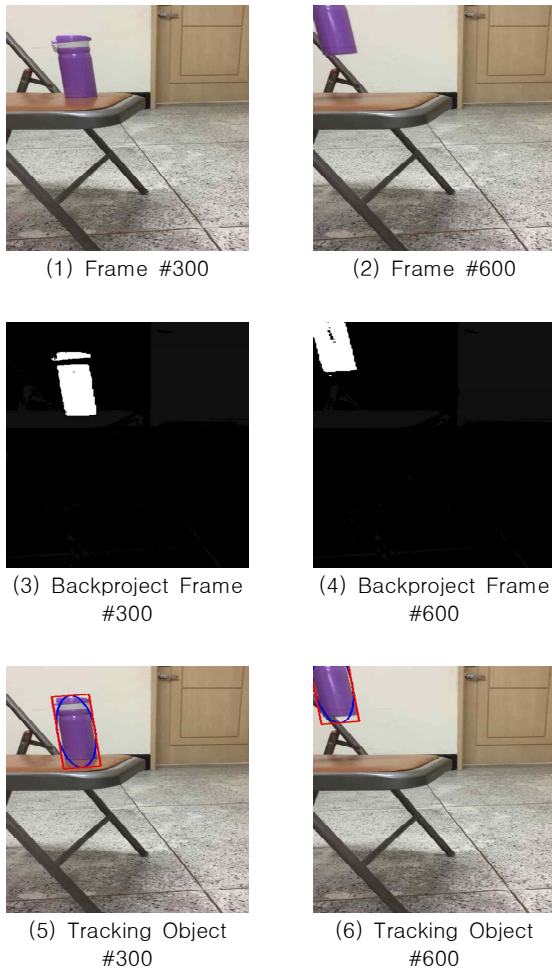


Fig. 9. Result of Proposed Object Tracking Algorithm in Color Digital Image Data

그림 9의 (1)과 (2)는 추적할 객체인 물병이 이동되고 있는 특정 프레임(프레임 #300, 프레임 #600)의 내용을 보이고 있다. 그림 9의 (3)과 (4)는 유효한 색상정보가 포함된 디지털영상데이터에 해당되어 색상정보에 대한 히스토그램을 분석하고 분석된 결과를 역투영하여 생성된 결과를 보이고 있다. 그림에 보이고 있는 것과 같이 추적할 객체를 의미 있게 구분하고 있는 역투영 결과를 나타내고 있다. 그림 9의 (5)와 (6)은 객체 추적 결과를 화면에 사각형과 타원으로 표시하여 보이고 있다. 실험결과에서 보이는 것과 같이 일반적인 색상정보를 포함하고 있는 디지털영상데이터의 경우에 유효한 색상정보가 존재하는

것으로 판단되어 추적할 객체에 대한 색상정보에 대한 히스토그램 분석을 수행하고 이 결과를 사용하여 추적함으로써 기존의 평균이동 cam shift 추적 알고리즘과 동일한 추적 성능을 보이고 있다.

III. Conclusion

디지털영상 장비와 관련된 하드웨어와 소프트웨어의 기술 발달로 이를 사용하는 응용분야가 사회 각 분야로 확대되고 일반화되고 있는 상황이다. 이와 같은 추세는 4차산업혁명 시대와 발맞추어 더욱더 확대될 것이며, 이에 관련된 디지털영상데이터 처리 기술에 대한 요구도 보다 많아질 것이 예측되고 있다. 특히 기존에 연구되었던 관련 기술들을 새로운 디지털영상장비와 현실 환경에 적합하도록 개선 보완하는 연구도 필수적이라 할 수 있다.

객체 추적 알고리즘 가운데 객체의 색상정보를 이용하여 객체를 추적하는 평균이동 객체 추적 방법은 상대적으로 간단한 계산량으로 객체를 추적 할 수 있다는 측면에서 보안방법 분야와 같이 실시간으로 처리해야 하는 환경에서 적은 계산비용으로 효과를 얻을 수 있는 매우 현실적이고 실현 가능성이 높은 방법이라 할 수 있다. 그러나 디지털영상데이터에 포함된 색상정보가 객체 추적에 요구되는 만큼의 유효한 색상정보가 충분하지 못하거나, 적외선 카메라와 같이 밝기 정보만을 가지고 있는 경우에는 사용할 수 없는 문제가 존재한다.

본 논문에서는 이러한 문제점을 개선한 객체 추적 알고리즘을 제안하였고 이를 구현하여 기존 방법과 비교 실험하였다. 디지털영상데이터에서 유효한 색상정보의 비율을 검사하여 전체 픽셀의 10%이상이 유효한 색상정보를 가지고 있는 경우에는 객체에 대한 색상정보의 히스토그램을 분석하여 객체를 추적하도록 하였다. 그리고 디지털영상데이터에서 유효한 색상정보의 비율이 10%미만인 경우에는 명도특징정보를 생성하여 이를 기반으로 객체를 추적하도록 하였다. 명도특징정보는 밝기정보로 형성된 연결된 영역의 너비와 높이의 비율정보를 사용하였다.

본 논문에서 제안된 객체 추적 알고리즘을 사용함으로써 색상정보를 포함한 경우에는 색상정보를 사용하여 객체를 추적할 수 있었고, 적외선 카메라와 같이 밝기 정보만을 가지고 있는 경우에는 밝기정보에 대한 명도특징정보를 사용하여 객체를 추적할 수 있도록 개선할 수 있었다. 다만 명도특징정보를 산출할 때 사용한 특징을 본 논문에서는 매우 단순한 정보만을 사용함으로써 세밀한 특징 구분 능력이 떨어지는 부분이 있어, 유사한 객체가 존재하는 경우에 객체 추적에 문제가 발생할 수 있다. 적외선 카메라 기능에 의해서 촬영된 밝기 정보만을 포함하는 영상데이터의 경우에 본 논문의 방법으로 객체를 추적 가능한 경우는 명도특징정보에 의해 해당 객체의 특징이 구분될 수 있으면 실험결과에 보인 것과 같이 성공적으로 객체 추적이 가능하다. 그러나 해당 객체의 특징과 유사한 특징을 주변에 다른 객체들이 가지고 있는 경우에는 추적이 불가능한 경우도 발생한다. 따라서 향후 추가적으로

연구하고자 하는 방향은 밝기 정보에 대한 보다 다양한 특징정보를 활용함으로써 세밀한 특징 구분이 가능하도록 하여 더욱더 다양한 환경에서도 객체를 추적할 수 있도록 하고자 한다.

REFERENCES

- [1] Su-chang Lim, Do-yeon Kim, "Object Segmentation/Detection through learned Background Model and Segmented Object Tracking Method using Particle Filter", Journal of the Korea Institute of Information and Communication Engineering, Vol. 20, No. 8, pp.1537-1545, Aug. 2016.
- [2] Nam-Woo Kim, Chang-Wu Hur, "The motion estimation algorithm implemented by the color/shape information of the object in the real-time image", Journal of the Korea Institute of Information and Communication Engineering, Vol. 18, No. 11, pp.2733-2737, Nov. 2014.
- [3] 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.
- [4] O, JiHye, Ji-Sung Jung, Ahn, SungHo, "Motion Detecting Home Monitoring Service System with Background Modeling", Journal of KIIT, Vol. 12, No. 9, pp.83-89, Sep. 2014.
- [5] Hyung-Hoon Kim, Jeong-Ran Cho, "Effective Automatic Foreground Motion Detection Using the Statistic Information of Background", Journal of The Korea Society of Computer and Information, Vol. 20, No. 9, pp. 121-128, Sep. 2015.
- [6] 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.
- [7] Yang, Ming-Jiang, et al., "Cost Effective IP Camera For Video Surveillance", Industrial Electronics and Applications, ICIEA 2009, 4th IEEE Conference, 2009.
- [8] D. K. Kim, "C++ API OpenCV Programming", The Publish Company of KAME, May 2015.
- [9] OpenCV Open Source Computer Vision, <http://opencv.org>
- [10] 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.
- [11] 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.
- [12] T.W. Jang, Y.T.Shin, and J.B.Kim, "A Study on the Object Extraction and Tracking System for Intelligent Surveillance", The Journal of The Korean Institute of Communication Sciences, Vol. 38, No. 7, pp358-362, Jul. 2013.
- [13] 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.
- [14] X. Gao, T.E. Boulton, F. Coetzee, and V. Ramesh, "Error Analysis of Background Subtraction", IEEE Int. Conf. on Computer Vision, 2000.
- [15] 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.

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 Womens 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 Womens 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.