

모바일을 이용한 무인 영상 녹화 시스템 개발

안병태
안양대학교 교양대학 컴퓨터전공

Development of Unmanned Video Recording System using Mobile

Byeongtae Ahn

Department of Computer, Liberal & Arts College, Anyang University

요약 최근, 모바일을 이용한 페이스북, 인스타그램, 트위터와 같은 SNS의 등장으로 대량의 동영상 제작 및 배포하는 셀프 카메라가 급속도로 증가하고 있다. 특히, 모바일 폰을 이용한 SNS 접속량은 기존 PC보다 사용량, 접속 횟수, 사용 시간에서 대폭적으로 증가하고 있다. 그러나 스스로 스마트 폰을 이용한 셀프 녹화 시스템 사용은 사용 방법에 있어서 뿐만 아니라 사용 빈도에서도 극히 제한적이다. 그리고 기존의 무인 녹화 시스템은 적외선 신호를 이용하여 촬영 대상을 자동으로 추적 및 회전하여 녹화하는 시스템으로 매우 고가이다. 따라서 본 논문에서는 모바일 폰을 이용한 저비용 무인 녹화 시스템을 개발하였다. 본 시스템은 상용 모바일 카메라와 좌우로 카메라를 움직이는 서보모터, 모터를 제어하는 마이크로 컨트롤러 그리고 동영상 오디오 입력을 담당할 상용 무선 블루투스 이어셋으로 구성된다. 그리고 모바일을 이용한 무인 자동화 시스템으로 누구나 개인 스스로 이미지 영상 추적에 따른 녹화 기능이 제공된다.

Abstract Recently, a self-camera that generates and distributes a large amount of moving images has been rapidly increasing due to the appearance of SNS such as Facebook, Instagram, and Tweet using mobile. In particular, the amount of SNS connections using mobile phones is significantly increasing in terms of usage, number of connections, and usage time. However, the use of a self-recording system using a smartphone by itself is extremely limited not only in terms of usage but also in frequency of use. In addition, the conventional unattended recording system is a very expensive system that automatically records and tracks an object to be photographed using an infrared signal. Therefore, this paper developed a low cost unmanned recording system using mobile phone. The system consists of a commercial mobile camera, a servomotor for moving the camera from side to side, a microcontroller for controlling the motor, and a commercial wireless Bluetooth earset for video audio input. And it is an unmanned automation system using mobile, and anyone can record image by self image tracking.

Keywords : Auto Target Tracking, Face Detection, CAM-Shift, Unmanned Recording System, Mobile

1. 서론

카메라는 모바일 폰이나 디지털 카메라 등을 통해 이제 대중적으로 사용되고 있다. 이러한 카메라 응용의 한 분야로써 감시용 카메라 혹은 강의용 카메라 분야의 응용과 활용도 점점 더 증가하고 있다. 본 논문에서는 이러한 감시용 혹은 강의용 카메라에 활용될 수 있는 촬영 대

상 추적용 녹화시스템을 구현하였다. 구현된 녹화 시스템은 영상처리 분야의 Face Detection, CAM-Shift, 그리고 FFmpeg 기법 등 소프트웨어 집약적 기술로 구현되었다. 따라서, 이전까지 적외선 신호처리 등 하드웨어 집약적 기술로 구현되어왔던 무인 녹화 시스템과는 그 성능과 가성비 비교할 수 없을 만큼 월등하다[1][2].

*Corresponding Author : Byeongtae Ahn(Anyang Univ.)

Tel: +82-31-463-1204 email: ahnbt@anyang.ac.kr

Received March 14, 2019

Revised April 11, 2019

Accepted June 7, 2019

Published June 30, 2019



Fig. 1. TRI(Tracking & Recording Itself)

본 기술은 영상처리 기술을 이용하여 조작자 없이 촬영 대상을 인식하고 추적하기 위한 장치 및 방법을 제공한다. 최근 등장하는 얼굴 검출 및 추적 시스템 기술은 별도의 모니터링 인력 없이도 잠재적인 위협요인을 자동으로 식별하고, 움직이는 물체를 지속적으로 추적할 수 있다는 점에서 주목받는 기술이다. 본 논문에서는 이러한 얼굴 검출 및 추적 시스템의 처리 프로세스를 이용하여 물체 자동 추적 시스템을 구현하고자 한다[1]. 본 논문에서는 영상처리 분야에서 활발히 연구되고 있는 얼굴 검출 기법과 물체 추적 기법으로 처리된 영상을 이용하여 영상 내의 움직이는 특정 목표물을 추적하는 시스템을 그림 1과 같이 구현한다. 제안한 자동 추적 카메라 시스템은 상용으로 판매되는 안드로이드 스마트폰과 가격이 저렴한 마이크로 컨트롤러, 서보모터, 그리고 무선 블루투스 이어셋으로 구성하였다.

2. 관련 연구

2.1 기존 상용화 제품 연구

종래 녹화시스템에서는, 일반적으로 촬영 중에 촬영대상이 이동하는 경우, 전문 촬영자가 별도로 존재하여 촬영자가 수동으로 촬영 장치를 회전시켜 촬영 대상을 추적하여야 한다. 따라서 강의 촬영 등의 녹화를 위해서도 별도 촬영자가 존재해야 하고, 이에 따른 인건비 등의 추가 비용이 발생하게 된다. 온라인 강의, 1인 방송 등의 수요가 발전함에 따라, 별도의 촬영자 없이도 이동하는 대상을 추적하며 녹화 및 방송을 수행할 수 있는 방법 및 장치에 대한 필요가 점점 커지고 있다. 무인 감시용 카메라의 대표적인 예로는, 그림 2와 같이 'PTZ Camera'(Model : B00DPSBV1G)이 있다.[2-3]



Fig. 2. 'PTZ Camera'(Model : B00DPSBV1G)

2.2 대상 추적 방법 연구

일반적으로 움직이는 물체를 추적하기 위한 방법으로 3D 모델 기반, 영역 기반, 능동 윤곽선 기반, 특징 기반 방법이 활용되고 있다. '3D 모델 기반' 방법은 소수 차량에 대해 정확성이 높은 모델과 궤적을 복원하는 물체 중심의 방법이다.[5-6] '영역 기반' 방식은 연속 영상에 연결된 영역을 확보하고 상관관계 측정을 통해 움직이는 물체를 추적하는 것으로, 촬영시점의 배경을 측정해 입력되는 영상과의 차이에 따라 물체를 검출하게 된다.[7] 또한, 물체의 경계 윤곽선을 표현하고 이를 동적으로 갱신하면서 추적하는 '능동 윤곽선 기반' 방법이 있다.[8] 마지막으로, 물체 전체를 추적하는 것이 아닌 국부적인 특징을 추적하는 '특징 기반' 방식도 대표적인 물체 추적 방법으로 손꼽힌다.[9-10] 그러나 각 방법에는 단점도 존재하기 때문에 각각의 단점을 적절하게 보완할 필요가 있다. 최근 연구되는 물체 추적 방법은 하나의 특정방법에 의존하지 않고 이들 방식이 갖는 장점만을 선별해 적용하고 있다. 즉 감시지역 내 움직임의 감지, 배경화면으로부터 움직임 영역의 분리 및 격리, 특징점 추출, 연속영상의 특징점 추적을 통한 움직임 방향 벡터 추적 등의 과정으로 구성되는 것이 일반적이다. 본 논문에서는, '영역 기반', '능동 윤곽선 기반', '특징 기반'의 3가지 기반 방식 각각의 장점만을 뽑아내어 본 시스템에 적용하였다.

3. 구현

3.1 물체 추적 방법의 구체적 아이디어

촬영 디바이스에는 회전장치를 이용하여 촬영 디바이스가 촬영 대상을 추적할 수 있게 하는 무인 녹화 프로그램이 설치될 수 있다. 그림 3과 같이 Detected Face 영

역(네모 모양)을 촬영 디바이스에 연결된 디스플레이에서 표시할 수 있다. 얼굴 형태의 인식은 통상의 형상인식 툴을 사용할 수 있다. 이러한 얼굴 인식 툴은 눈, 코, 입을 가지는 사람 얼굴의 형상 특징을 통해 촬영 대상인 사람의 얼굴을 인식할 수 있다.

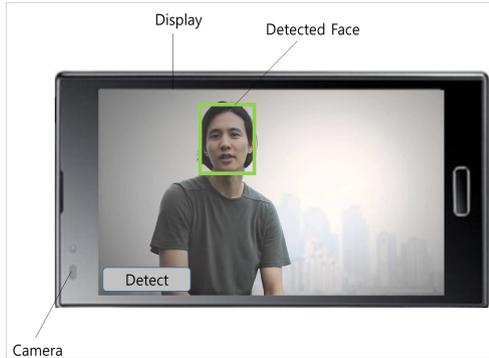


Fig. 3. Implemented Face Detection Screen

본 시스템에서는 Face Detection 또는 다른 툴을 통해 사람 얼굴의 형태 특징을 이용하여 촬영되고 있는 이미지들 중 무엇이 사람의 얼굴인지 먼저 인식하고, 사람의 얼굴이 인식되면, 프로그램이 인식한 부분이 사용자가 촬영, 추적하기 원하는 대상이 맞는지 확인받기 위한 확인 요청 표시로 'Detect' 버튼을 클릭한다. 그러면 아래 그림 8에서와 같이 CAM-Shift 구현으로 넘어간다. 디스플레이에 Search Window(동그라미 모양)이 표시되고 있는 것을 확인할 수 있다. 이 때, CAM-Shift는 색 정보를 기반으로 Search Window 사이즈를 조정 및 이동하기 때문에 얼굴뿐만 아니라, 얼굴 색과 유사한 목까지도 영역으로 잡고 있는 것을 확인할 수 있다.

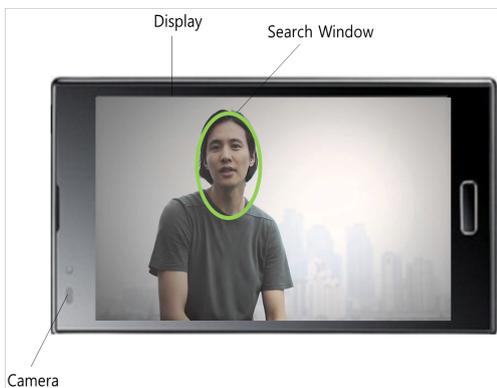


Fig. 4. Implemented CAM-Shift Screen

그림 4에서는 촬영 장치에서 촬영 대상이 사용자에 의해 확인된 화면을 보여주고 있다. 그림 3에서 유저로부터 얼굴을 정확하게 Detect했는지 확인 요청을 받는 표시인 'Detect' 버튼을 통해 Detected Face로 표시된 부분이 촬영 및 추적 대상임을 확인받는다. 사용자로부터의 확인 신호를 수신하는 경우, 디스플레이에서 추적을 위해 확정된 대상에 대한 추적 영역 표시가 계속 나타날 수 있으며, 이러한 확정된 대상에 대해 색 정보를 취득하는 동작이 이루어질 수 있다. 본 시스템에서는 먼저 형태를 기준으로 사람의 얼굴이 어디에 있는지 판단하고, 판단된 부분을 디스플레이에 표시하여 사용자로부터 추적 대상에 대한 확인을 받고, 확인된 추적 대상 영역의 색 정보를 취득하여 색 정보를 기준으로 추적해야 할 대상의 위치 및 이동이 파악되므로, 특정한 색만을 기준으로 사람의 얼굴을 인식하는 기술에 비해 보다 정확한 대상 파악 및 추적이 이루어질 수 있다. 일반적인 사람의 얼굴은 다양하지만, 눈, 코, 입 등 생김새의 패턴은 모두 비슷하다. 따라서 사람의 얼굴이 갖는 형태를 기준으로 얼굴 영역을 파악하고 이후에 그 대상에 대한 색 정보를 취득하므로, 다양한 피부색을 가지는 인종에도 위 기술은 적용될 수 있다.

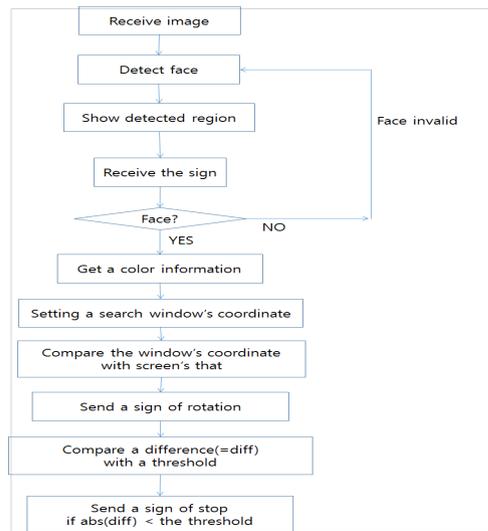


Fig. 5. Target Tracking Algorithm Flowchart

본 시스템의 대상 추적 알고리즘 흐름도는 그림 5와 같이 요약할 수 있다. 먼저 촬영 디바이스는 카메라를 통해 영상을 수신하고 입력된 영상에서 형태 분석을 기준으로 얼굴 형태를 인식한다. 얼굴 형태로 인식되는 부분

은 디스플레이에 표시되고 표시된 부분이 촬영 및 추적 대상임을 선택하는 선택 신호를 사용자로부터 수신하여 선택된 촬영 및 추적 대상에 대한 색 정보를 취득한다. 취득된 색 정보를 가지는 영역 내의 일정 좌표를 촬영 및 추적 대상의 타겟 좌표로 설정할 수 있다. 따라서 이러한 사항을 고려할 때, 방향만을 지시하는 값을 사용하고, 실시간으로 타겟 좌표의 이동을 모니터링하면서 차이가 일정 값 이하인지를 판단하고, 차이가 일정 값 이하이면 회전 장치에 정지 신호를 전송하는 경우가 바람직하게 적용된 예라고 할 수 있다. 이러한 예에 의하면, 카메라가 추적대상을 쫓아가면서도 잦은 이동을 하지 않게 되는 장점이 있다.

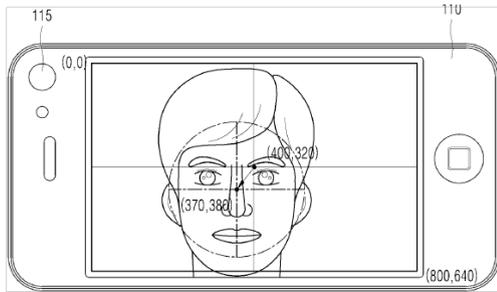


Fig. 6. Decision criterion for rotation direction of pan-tilt

그림 6은 이동하는 촬영 대상의 추적 방법을 설명하기 위한 그림이다. 그림 7의 경우는 타겟 좌표를 얼굴의 중심 좌표로 설정하고, 타겟 좌표가 맞추어져야 하는 화면의 중심 좌표인 경우이다. 그림 10에서 디스플레이의 왼쪽 상단 코너를 (0,0)으로 설정하고, 우측 하단 코너를 (800, 640)으로 설정하면, 화면의 중심 좌표는 (400, 320)이 되고, 설정된 좌표계에서 얼굴의 중심 좌표는 (370, 380)이 될 수 있다. 이러한 경우, $(400-370, 320-380) = (30, -60)$ 이 화면의 중심 좌표와 타겟 좌표의 차이가 될 수 있다. 이러한 차이 값을 줄이기 위해 촬영 디바이스가 회전, 틸팅하도록 회전, 틸팅 방향 신호가 거처대로 전송될 수 있다. 또 다른 경우에는, 촬영 목적에 따라 타겟 좌표 및/또는 화면 상의 특정 영역이 좌, 우, 상, 하 중 적어도 어느 하나로 치우치도록 설정될 수 있다.

그림 7에서는 촬영 대상의 제스처에 따라 추적 범위가 변경되는 경우의 화면을 나타낸다. 본 시스템에서는 추적 대상의 인식은 최종적으로 색 정보를 이용하여 이루어지므로, 취득된 색 정보에 매칭되는 색을 가지는 대상이 추가로 나타난 경우, 추적 대상의 범위가 변경될 수 있다.

또한 추적 대상의 범위는 실시간으로 디스플레이에 표시되어 사용자로 하여금 촬영 장치가 어떤 부분을 추적하고 있는지 화인할 수 있도록 할 수 있다.



Fig. 7. Added Gestures Case of CAM-Shift

3.2 얼굴 검출 및 추적시스템의 원리

각 단계별 알고리즘을 구현하는 과정을 소개해보면 다음과 같다. 얼굴 영역 획득은 안드로이드 스마트폰 카메라를 통해 획득한 영상에서 사람의 얼굴이라고 추측할 수 있는 몇 가지 근거, 즉 얼굴의 주요 특징점을 이용하여 사람의 얼굴을 검출하고 그 영역을 획득한다. 얼굴 검출 과정에 관해서는 RGB 영상 값이 아닌, Gray 영상 값만을 이용하였다. 그러나, 화면에 보여져야 할 것은 RGB 값이기에, 영상을 입력받을 때에는 Gray 이미지와 RGBA 이미지 두 개 데이터 모두를 가져올 수 있도록 하였다. 본 논문에서는 OpenCV Library의 Face Detection 기법을 이용하였다. 일반적으로 사람의 얼굴에는, 두 눈은 명암이 어둡고 코는 명암이 밝다. 이런 명암을 이용해 패턴을 구하는 것이다. 이것을 Haar like feature라고 한다.[10] 사람의 얼굴 위에 흑백의 사각형을 겹쳐 놓은 다음 밝은 영역에 속한 픽셀 값들의 평균에서 어두운 영역에 속한 픽셀 값들의 평균의 차이를 뺀다. 그 차이가 문턱값(threshold)을 넘으면 사람 얼굴에 대한 Haar like feature가 있는 것이다. 사람의 얼굴은 다양하지만 생김새의 패턴은 비슷하므로 임의의 얼굴 위에서의 특정 위치, 특정 분포에 따른 명암의 차이는 거의 없을 것이라고 판단한 것이다.

Gray Matrix의 열로부터 이미지의 높이를 구하고, 전체 이미지 크기에 대한 얼굴 검출 범위를 지정한다. 그리고 얼굴들을 저장하기 위해 List를 선언하고, 얼굴을 찾는다. 찾아진 얼굴의 사각 둘레(좌측 위, 우측 아래)를 지정하고, 레벨 3 두께의 녹색 선으로 검출된 얼굴 영역의 테두리를 표시한다.

```

if(mCascade != null){
    int height = mGray.rows();
    int    faceSize =    Math.round(height *
FdActivity.minFaceSize);
    List<Rect> faces = new
LinkedList<Rect>();
    mCascade.detectMultiScale(mGray,    faces, 1.1, 2., 2.,
new Size(faceSize, faceSize));

    for(Rect r : faces)
        Core.rectangle(mRgba, r.tl(),
r.br(),
new Scalar(0, 255, 0, 255), 3);
}
    
```

3.3 음성과 화상의 시간 동기화

블루투스를 통한 음성 입력 : 촬영의 목적이 감시용이 아닌 강의용 등 특정 출연자가 목적을 가지고 동영상 촬영하는 경우, 동영상의 오디오 입력은 마이크 기능을 포함한 무선 블루투스 이어셋을 이용한다. 스마트폰에 내장된 마이크를 사용할 시, 출연자와 스마트폰 간 거리가 멀면 음성 입력을 정확하게 받지 못하는 단점이 있다. 따라서, 마이크 기능을 포함한 무선 블루투스 이어셋을 이용한다. 사전에 스마트폰과 이어셋 간 블루투스 연결을 완료한 후, 촬영 중에는 이어셋을 귀에 걸고 자연스럽게 말하면 출연자의 음성이 이어셋의 마이크에 담긴다.

3.4 UI(User Interface)

개발된 모바일 어플리케이션의 실제 UI 구성도는 아래와 같다. 그림 8은 대상 추적용 녹화시스템을 목적으로 만들어진 모바일 어플리케이션 'TRI'의 UI 구성도이다. TRI 앱을 실행했을 때, 가장 먼저, Home 화면에 접근할 수 있고, Record(녹화) 화면과 Playlist(재생목록) 화면 중 하나를 선택해서 접근할 수 있도록 구성되어 있다.

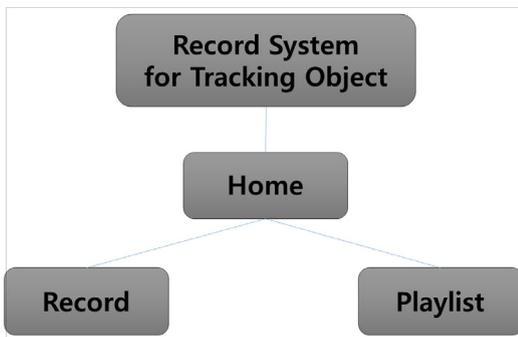


Fig. 8. UI Structure

개발된 모바일 어플리케이션의 메인 화면은 아래 그림 9와 같다. 대상 추적용 녹화 시스템이기 때문에, 여러 다양한 목적으로 사용될 수 있지만, 강의 촬영용 목적에 좀 더 집중하여, 강의 촬영 현장 이미지를 연상시키는 메인 화면의 로고도 제작하였다.

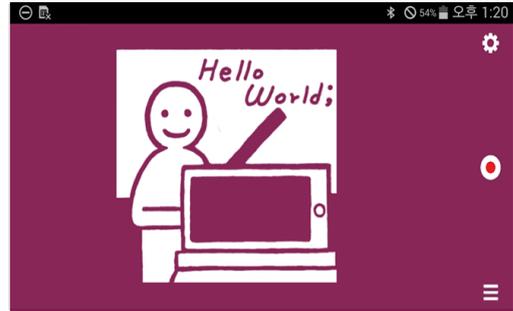


Fig. 9. Mobile App Main Screen

개발된 모바일 어플리케이션의 Face Detection 구현 화면은 아래와 같다. 스마트폰의 전면 혹은 후면 카메라에 사용자의 얼굴이 보이도록 촬영하였을 때, 그림 10과 같이 얼굴로 추정되는 영역이 녹색 선 박스로 표시됨을 확인할 수 있다. 사용자가 안경을 쓰더라도 얼굴 검출에는 문제가 없음 또한 알 수 있다.

4. 비교분석

비교 분석을 위한 실험에서 'TRI'(본 제품)의 실험 환경은 다음과 같다. 안드로이드 OS 버전(4.4.2), 안드로이드 스마트폰(갤럭시 S3)을 사용했고, 아두이노 Sketch 버전(1.6.9), 아두이노(Arduino Mega 2560), 서보모터(DRS-0101)이 사용되었다.

	Swivl	PTZ Camera (800DPSBV1G)	TRI
Implemented tech	IR Processing	IR Processing	Image Processing
Components	Cradle+ Phone + IR Neckless	Attached Camera	Cradle+ Phone + Wireless Earset
Time of reaction to motion	0.1 sec	0.08 sec	0.07 sec
Rotational velocity	1.5π/sec	1.8π/sec	2.0π/sec
Stability under light	Very Stable	Stable	Stable
Price	Very High	Very High	Very Low
Mobility	Good	Bad	Good

Fig. 10. Compare Table of Swivl, PTZ Camera, TRI

그림 15에서 확인할 수 있듯이, 비교·분석표를 통해서 알 수 있는 본 시스템 'TRI'의 차별점은, 대부분의 자동 대상 추적 및 녹화 프로그램은 추적 방식으로 IR Processing(적외선 신호 처리) 방식을 사용하는 것에 반해 'TRI'는 Image Processing(영상 처리) 방식을 사용한다는 점이다. 물론, 적외선 신호 처리 분야가 조명색, 밝기 등을 다 고려해주어야 하는 영상처리 분야보다 안정성 면에서는 우수할지 모르지만, 그 외 나머지 반응 속도, 제작비용에 대해서는 하드웨어 집약적 기술이 대부분인 적외선 신호처리에서는 민감한 센서들을 처리해주어야 하기 때문에 원가 비용이 많이 드는 단점이 있다. 본 논문에서는 간편한 스마트폰을 활용하여 실시간 무인 영상 추적이 가능하도록 하는데 주안점을 두었다. 향후 연구과제로는 트래킹 기법 및 딥러닝을 적용하여 향상된 무인 영상 추적 시스템을 구축하겠다.

5. 결론

본 연구에서는 기존에 사용되고 있는 값 비싼 무인 감시 시스템 혹은 무인 촬영 시스템을 대신하여 저렴하게 구입할 수 있고, 보다 쉬운 접근성을 가지고 있는 상용 스마트폰(Android)과 서보모터, 마이크로 컨트롤러(Arduino), 그리고 마이크 기능이 포함된 블루투스 무선 이어셋으로 구성된 시스템이다. 영상의 검출된 얼굴 영역 정보와 그 영역 내부 색 정보, 그리고 이동 물체의 중심점을 이용하여 상시적으로 이동 물체 영역으로 축소 및 확장하며 탐색원도우를 이동시킨다. 한다. 물체의 움직임이 미리 결정한 임계값의 범위를 넘어서면 서보모터가 움직임의 방향을 따라 회전하며 물체를 추적한다. 이 과정은 동영상 녹화 작업과 동시에 일어나며, 따라서, 촬영 대상 추적 기능이 포함된 무인 녹화 시스템이라 할 수 있다. 상용 물체 추적 시스템은 출시되어있는 것이 많지만, 얼굴 검출을 통한 물체 추적 시스템은 현재 출시되지 않는다. 그리고 그 외의 시스템들은 추가로 4가지가 있다. 첫째는 차영상 이미지를 통해 물체의 움직임 감지 및 추적 시스템이 있었다[14-15]. 둘째는, Optical Flow 영상처리 기법을 이용한 시스템이다[16-17]. 셋째는, Motion Detection 기술을 이용하여 구현한 시스템이다[18]. 넷째는, Corner Detection을 이용한 시스템이다.[19-20] 그러나, 본 논문에서는 Face Detection 기술로 색 정보만 받아들 뿐, 구체적인 추적 알고리즘 구현은 CAM-Shift(Continuously Adaptive Mean Shift)라

는 평균이동 알고리즘을 이용하기 때문에 보다 빠르고 정확하며, 저렴한 비용으로 구현할 수 있다. 그리고, 앞서 언급한 'Swirl'은 하드웨어 집약적 기술이 포함되어있어 시스템 설비 및 유지보수 비용이 막대할 수밖에 없지만, 본 시스템은 영상처리 기술이라는 소프트웨어 집약적 기술이므로 비용면에서도 보다 우수하다고 할 수 있다.

References

- [1] Yu-Jie He, Min Li, JinLi Zhang, and Jun-Ping Yao, "Infrared target tracking via weighted correlation filter", *Infrared Physics & Technology*, Volume 73, November 2015, Pages 103-114
- [2] Davide M. Raimondo, S. Gasparella, D. Sturzenegger, J. Lygeros, and M. Morari, "A tracking algorithm for PTZ cameras", *IFAC Proceedings Volumes*, Volume 43, Issue 19, 2010, Pages 61-66
- [3] Peng Zhang, Tao Zhuo, Lei Xie, and Yanning Zhang, "Deformable object tracking with spatiotemporal segmentation in big vision surveillance", *Neurocomputing*, Volume 204, 5 September 2016, Pages 87-96
- [4] Shinsuke Yasukawa, Hirotosugu Okuno, Kazuo Ishii, and Tetsuya Yagi, "Real-time object tracking based on scale-invariant features employing bio-inspired hardware", *Neural Networks*, Volume 81, September 2016, Pages 29-38
- [5] Gerda Edelman, and Jurrien Bijhold, "Tracking people and cars using 3D modeling and CCTV", *Forensic Science International*, Volume 202, Issues 1-3, 10 October 2010, Pages 26-35
- [6] Jigang Liu, Dongquan Liu, Justin Dauwels, and Hock Soon Seah, "3D Human motion tracking by exemplar-based conditional particle filter", *Signal Processing*, Volume 110, May 2015, Pages 164-177
- [7] Jing Wang, Yanyu Lu, LiuJun Gu, Chuanqing Zhou, and Xinyu Chai, "Moving object recognition under simulated prosthetic vision using background-subtraction-based image processing strategies", *Information Sciences*, Volume 277, 1 September 2014, Pages 512-524
- [8] Jihao Yin, Chongyang Fu, and Jiankun Hu, "Using incremental subspace and contour template for object tracking", *Journal of Network and Computer Applications*, Volume 35, Issue 6, November 2012, Pages 1740-1748
- [9] Fayao Liu, Chunhua Shen, Ian Reid, and Anton van den Hengel, "Online unsupervised feature learning for visual tracking", *Image and Vision Computing*, Volume 51, July 2016, Pages 84-94
- [10] Xuewei Shen, Xiubao Sui, Kechen Pan, and Yuanrong Tao, "Adaptive pedestrian tracking via patch-based

features and spatial-temporal similarity measurement", Pattern Recognition, Volume 53, May 2016, Pages 163-173

- [11] Shuo Chen, and Chengjun Liu, "'Eye detection using discriminatory Haar features and a new efficient SVM", Image and Vision Computing, Volume 33, January 2015, Pages 68-77
- [12] Haichao Zheng, Xia Mao, Lijiang Chen, and Xiaogeng Liang, "Adaptive edge-based mean shift for drastic change gray target tracking", Optik - International Journal for Light and Electron Optics, Volume 126, Issue 23, December 2015, Pages 3859-3867
- [13] M. Gentili, R. Sannino, and M. Petracca, "BlueVoice: Voice communications over Bluetooth Low Energy in the Internet of Things scenario", Computer Communications, Volumes 89-90, 1 September 2016, Pages 51-59
- [14] Satrugan Kumar, and Jigyendra Sen Yadav, "Video object extraction and its tracking using background subtraction in complex environments", Perspectives in Science, In Press, Corrected Proof, Available online 26 April 2016
- [15] Ruolin Zhang, and Jian Ding, "Object Tracking and Detecting Based on Adaptive Background Subtraction", Procedia Engineering, Volume 29, 2012, Pages 1351-1355
- [16] Fayez F.M. El-Sousy, "Intelligent mixed H2/H ∞ adaptive tracking control system design using self-organizing recurrent fuzzy-wavelet-neural-network for uncertain two-axis motion control system", Applied Soft Computing, Volume 41, April 2016, Pages 22-50
- [17] Mark David Jenkins, Peter Barrie, Tom Buggy, and Gordon Morison, "Extended fast compressive tracking with weighted multi-frame template matching for fast motion tracking", Pattern Recognition Letters, Volume 69, 1 January 2016, Pages 82-87
- [18] Sandeep Singh Sengar, and Susanta Mukhopadhyay, "Moving object area detection using normalized self adaptive optical flow", Optik - International Journal for Light and Electron Optics, Volume 127, Issue 16, August 2016, Pages 6258-6267
- [19] Wei-Chuan Zhang, and Peng-Lang Shui, "Contour-based corner detection via angle difference of principal directions of anisotropic Gaussian directional derivatives", Pattern Recognition, Volume 48, Issue 9, September 2015, Pages 2785-2797
- [20] Shyh Wei Teng, Rafi Md. Najmus Sadat, and Guojun Lu, "Effective and efficient contour-based corner detectors", Effective and efficient contour-based corner detectors

안 병 태(Byeongtae Ahn)

[정회원]



- 1999년 2월 : 국민대학교 컴퓨터 과학부(이학사)
- 2006년 8월 : 경상대학교 컴퓨터 과학부(공학박사)
- 2012년 3월 ~ 현재 : 안양대학교

<관심분야>

멀티미디어, 데이터베이스, 영상처리, 딥러닝