

# 적외선 영상처리 기반 저비용 사용자 추적 시스템 설계 및 구현<sup>†</sup>

노길우, 박대민, 전민호, 김한음, 신동현, 김창화\*  
강릉원주대학교 컴퓨터공학과

{ndak899, qkreals11, tingon4057, cater113, dhshin}@cs.gwnu.ac.kr,  
kch@gwnu.ac.kr

## Design and Implementation of User Tracking System Based on An Low Cost IR (Infrared Ray) Image Processing<sup>†</sup>

Gil-woo Noh, Dea-min Park, Min-ho Jeon, Han-eum Kim, DongHyun Shin,  
Changhwa Kim\*

Department of Computer Science & Engineering,  
Gangneung-Wonju National University

### 요 약

최근 빠른 인터넷 속도를 이용하여 SNS (Social Network Service), 인터넷 방송 등의 엔터테인먼트를 즐기는 사용자가 증가하였다. 이와 함께 직접 사진, 동영상 등의 멀티미디어를 직접 제작해 제공하는 사례도 크게 증가함에 따라 영상처리 기술이 발전하였다. 이에 따라 셀프촬영이 점점 증가하고 있지만, 동영상의 경우는 셀프촬영을 하는데 있어 한계가 있다. 이 문제를 해결하기 위한 한 방법으로 영상처리를 이용할 수 있다. 하지만 현재의 기술은 고성능에 초점이 맞춰있기 때문에 시스템 구현을 위해 비용 낭비가 발생할 수 있다. 따라서 본 논문에서는 셀프 동영상 촬영 분야의 적외선 영상처리 기반 저비용 사용자 추적 시스템을 제안한다. 실제 단순히 인식률을 측정한 결과 80%를 보였으며, 속도에 따라 1.5m/s에서 76%의 인식률을 보였다.

### 1. 서 론

IT (Information Technology)기술이 발전함에 따라 개인 컴퓨터에서도 대용량·고성능의 멀티미디어를 쾌적한 환경에서 사용할 수 있게 되었고, SNS (Social Network Service), 인터넷 방송 등을 활용하여 직접 멀티미디어를 만들어 제공하는 사례도 크게 늘었다[1,2]. 이와 함께 사진, 동영상은 멀티미디어에서 빼놓을 수 없을 만큼 많은 사람들이 이용하게 되면서 센서, 필름, 자동 보정 등의 영상 처리 기술의 발전과 활용이 늘었다[3,4]. 또한 혼자 여행, 취미 등을 통해 셀프 사진, 셀프 동영상 촬영을 하는 사람들이 점차 늘고 있다. 사진에 촬영에 비해 동영상 촬영은 계속 움직이면서 촬영하기 때문에 셀프 촬영에는 한계가 있다. 이 문제를 해결하기 위해 영상처리를 이용하여 카메라를 이동하며 사람을 인식하게 할 수 있다.

하지만 현재의 영상처리 기술은 얼굴의 눈, 코, 입 등을 인식하여 얼굴을 찾거나 잡티를 제거하는 등 그 수준이 굉장히 높기 때문에 고성능의 하드웨어 스펙을 요구한다. 단순히 카메라를 움직이기 위해 영상처리를 사용한다면 고성능의 하드웨어는 낭비될 수 있다.

따라서 본 논문에서는 셀프 동영상 촬영을 위한 적외선 영상처리 기반 저비용 사용자 추적 시스템을 제안한다. 이 시스템은 적외선 카메라를 이용하여 촬영의 대상이 되는 사람과 카메라 사이에 적외선을 탐지하여 움직이기 때문에, 저성능의 하드웨어로도 충분히 구현할 수 있는 장점이 있다. 100번의 인식률 테스트 결과 단순히 인식률을 측정한 결과 80%를 보였으며, 움직임 속도에 따라서는 약 1.5m/s까지 76%의 인식률을 보였다.

본 논문은 2절에서 영상처리, 3절에서 사용자 추적 시스템 설계, 4절에서 구현내용, 5절에서 결론으로 마무리 짓는다.

### 2. 영상처리

#### 2.1 영상처리 기술과 활용

영상처리가 활용되는 한 분야는 카메라이다. 사진 촬영 시 얼굴을 인식하여 자동으로 촬영해주거나, 이미지를 보정해주는 등의 역할을 하는 것이 그 예이다. 하지만 얼굴인식을 하기 위해서는 입력받은 영상의 노이즈제거, 영상에서 얼굴의 형태를 추출하는 등 처리해야할 데이터가 많아지기 때문에 시스템 구성에 많은 비용이 소요된다. 또한 빛의 밝기가 너무 센 곳이나 어두운 곳은 영상에서 얼굴을 찾아내기 힘들어서 인식률이 크게 떨어지기 때문에

<sup>†</sup> 본 논문은 미래창조과학부와 정보통신기술진흥센터의 서울여고 드활성화지원사업의 지원을 받아 수행되었음.

\*교신저자 : 강릉원주대학교 컴퓨터공학과 교수

사용이 제한되는 부분이 많이 생긴다. 하지만 적외선 방출기를 사용자가 착용하여서 적외선으로 사용자의 위치를 추적하는 방식을 사용하게 되면 간단하게 적외선 광원의 좌표만 추출하면 되기 때문에 처리하는 데이터의 양이 작아지고 싱글보드 컴퓨터에서도 가능한 수준의 처리성능으로도 시스템 구축에 문제가 없고 적외선을 사용하여 어두운 곳에서도 인식이 저하되지 않는다.

### 2.2 영상처리의 종류

이미지, 동영상 등에 사용할 수 있는 압축방법은 조건에 따라 다양하게 존재하는 것과 같이 영상을 처리하는데 있어 그 기법도 다양하다[5,6].

영상처리 기법은 <표 1>과 같이 크게 포인트 처리, 영역 처리, 기하학적 처리, 프레임 처리, 기하학적 처리, 프레임 처리로 나눌 수 있다.

<표 1> 영상처리 기법의 종류

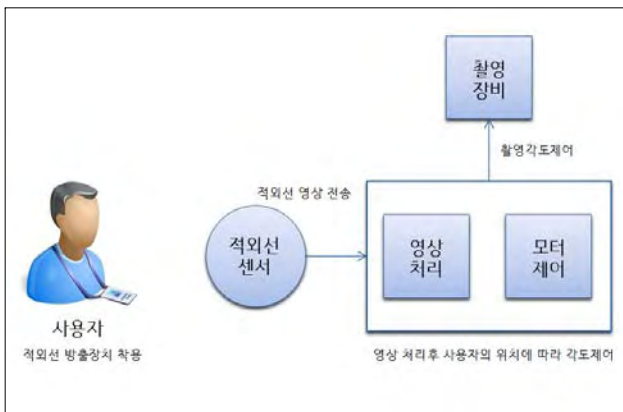
<b>포인트 처리</b>	화소의 원래 값이나 위치에 기반 하여 화소 값을 변경
<b>영역 처리</b>	화소의 원래 값과 이웃하는 화소의 값을 기반으로 하여 화소 값을 변경
<b>기하학적 처리</b>	화소의 위치나 배열을 변화하여 처리
<b>프레임 처리</b>	두 개 이상의 영상들에 대한 연산을 기반으로 화소 값을 생성

이 외에도 본 논문에서 제안하는 방법과 같이 영상처리 시 적외선 센서를 적용하여 자동으로 동영상 촬영을 할 수 있도록 하는 등 여러 활용이 가능하다.

## 3. 사용자 추적 시스템 설계

### 3.1 시스템 구성요소

사용자 추적 시스템은 (그림 1)과 같이 사용자, 적외선 방출장치, 적외선 카메라, 촬영장비 제어 모터, 제어보드 총 5가지 구성요소로 이루어져 있다.



(그림 1) 사용자 추적 시스템의 구성요소

사용자는 적외선 방출장치를 착용하여 촬영 장비에 자신의 위치를 알리게 되고, 촬영장비는 제어보드를 통해 적외선이 방출하는 방향으로 촬영 각도를 조절하게 된다.

사용자 추적 시스템을 사용하기 위해서는 먼저 사용자가 촬영 장비를 제어 모터 위에 거치해야 한다. 그 다음으로 사용자는 적외선 방출 장치를 소지하고, 촬영을 시작하게 된다. 촬영이 시작되면 촬영 장비는 적외선이 방출되는 사용자 방향으로 각도를 조정하며 촬영이 시작된다.

(그림2)는 사용자의 위치에 따라 모터를 조절하는 알고리즘이다. x와 y는 좌표를 나타내며, Pwmwrite();함수는 PWM (Pulse Width Modulation)신호를 통해 촬영대상의 이동 방향, 속도를 읽고 그에 맞는 방향과 속도로 모터를 제어하는 함수이다.

```

if( x > 100){
// x의 값이 100보다 클 경우 1번 모터
오른쪽으로 20만큼 동작
Pwmwrite(1 , 0 , 20);
}if( x < 50){
// x의 값이 50보다 작을 경우 1번 모터
왼쪽으로 20만큼 동작
Pwmwrite(1 , 1 , 20);
}if( y > 90){
//y의 값이 90보다 클 경우 2번 모터
아래쪽으로 20만큼동작
Pwmwrite(2 , 1 , 20);
}if( y <20 ){
//y의 값이 20보다 작을 경우 2번 모터
위쪽으로 20만큼동작
Pwmwrite(2 , 0 , 20);
}
    
```

(그림 2) 모터 제어 알고리즘

### 3.2 구성요소의 기능

#### 3.2.1 적외선 방출장치

(그림 3)의 적외선 방출장치는 적외선을 방출하여 촬영 장비가 사용자를 인식할 수 있도록 해준다. 적외선 방출장치는 촬영 장비에서 인식할 수 있는 정도의 지속적인 적외선 신호를 하나의 점(Point) 형태로 방출한다.



(그림 3) 적외선 방출장치

#### 3.2.2 적외선 카메라

(그림 4)의 적외선 카메라는 적외선 방출장치로부터 발생된 신호를 감지하여 촬영한 영상을 제어보드로 전송한다.



(그림 4) 적외선 카메라

### 3.2.3 제어보드

(그림 5)의 제어보드는 적외선 카메라로 촬영된 영상에서 점(Point)의 좌표 값을 탐색 후 적외선 방출 장치의 위치가 카메라 영상의 중앙에 위치하도록 제어 모터에 메시지를 전송 한다.



(그림 5) 제어보드

### 3.2.4 제어 모터

(그림 6)의 제어 모터는 제어보드로부터 수신된 메시지를 확인 후 목표 방향에 맞도록 촬영 카메라의 각도를 조절한다.



(그림 6) 제어 모터

## 4. 사용자 추적 시스템 구현

### 4.1 개발환경

적외선을 이용한 사용자 추적 시스템은 <표 2>와 같이 C 언어를 사용하여 개발하였으며, 제어 보드는 (그림 4)에 해당하는 저비용의 라즈베리파이, 카메라는 (그림 3)에 해당하는 웹캠을 적외선 카메라로 개조하여 사용하였다. 또한 영상처리 라이브러리로 Open Cv를 사용하여 개발하였다.

<표 2> 개발환경

사용 언어	C 언어
제어보드	라즈베리파이 모델 B (OS-Raspbian/리눅스 기반)
적외선카메라	웹캠(VX-1000)을 적외선 카메라로 개조
영상처리 라이브러리	OpenCv

## 4.2 구현

### 4.2.1 적외선 방출장치

적외선 다이오드 2개를 AA규격의 건전지4개를 병렬로 연결하며, 지속적으로 적외선을 방출할 수 있게 한다.

### 4.2.2 적외선 카메라

상용 웹캠(VX-1000)의 카메라의 렌즈 앞부분의 가시광 필터를 제거 후 네거티브 필름을 부착하여 적외선 카메라로 개조하고, 제어모터의 윗부분에 부착한다.

### 4.2.4 제어보드 및 제어모터

제어보드는 라즈베리파이 모델B를 사용하고, 여기에 라즈비안 OS (Operating System)와 제어보드와 촬영 카메라를 연결하기 위한 V4L 드라이버를 설치한다. 드라이버설치 후 적외선 카메라를 USB포트에 연결하고, 전송받은 영상을 처리하기 위한 OpenCv 드라이버 설치한다. OpenCv까지 설치 완료 후 제어보드는 촬영 카메라로부터 전송받은 영상에서 적외선 방출장치의 좌표를 추출한다.

모터를 제어하기 위해서는 PWM (Pulse Width Modulation)신호를 사용하여 제어하는데 이를 위해서는 라즈베리파이에 WiringPi 라이브러리를 사용한다.

촬영 장비는 상하좌우 모두 움직여야하기 때문에 두 개의 모터를 사용 한다. 좌우 움직임을 담당하는 모터를 1번 모터, 상하 움직임을 담당하는 모터를 2번 모터라고 하고, 화면의 넓이가 150 높이가 110이고, 입력 받은 적외선 영상의 적외선 방출부의 위치를 x, y 라고 가정하였을 경우 x의 값이 100보다 클 경우에는 1번 모터를 오른쪽으로 작동하고, 50보다 작을 경우에는 1번 모터를 왼쪽으로 작동시킨다. 상하움직임도 위와 같이 2번 모터를 y값의 크기를 이용하여 움직이게 한다.

## 5. 성능평가

### 5.1 평가환경

태양광의 영향이 크지 않은 형광등으로 불을 밝힌 실내에서 제어보드 에 전원을 연결한 뒤 적외선 카메라 영상을 확인할 수 있도록 한다. 촬영 장비는 바닥으로부터 약 1미터 정도의 높이에 설치한다.

## 5.2 평가방법

촬영 장비 본체를 약 1m 높이에 설치한 후 제어보드와 모니터에 연결 한다. 모니터에 연결 후 적외선 카메라 영상을 실시간으로 확인 하면서 (그림 7)과 같이 적외선 방출 장치를 소지하고 적외선 카메라와 약 2~3미터 거리에서 상하 좌우로 움직이며 100회 평가를 진행했다.



(그림 7) 성능평가 사진

## 5.3 평가결과

기기를 작동한 후 적외선 방출장치를 장착한 뒤 상하 좌우로 100회 평가 한 결과 80% 정도의 인식률을 보였고, 좌우움직임을 속도에 따라 테스트 하였을 경우 1m/s 이하의 속도에서는 90%의 인식률을 보였다.

### 5.3.1 움직임 방향에 따른 인식률

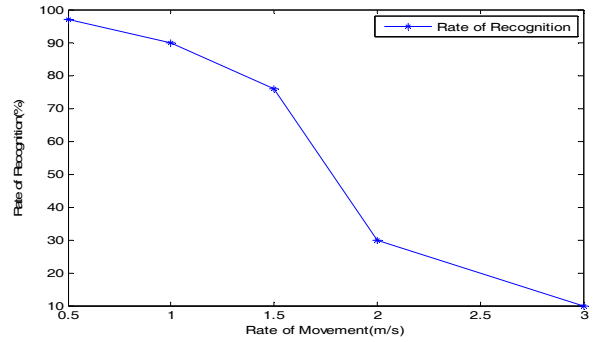
움직임 방향에 따른 인식률을 측정하기 위해 카메라와 사용자가 2미터 거리에서 약 1.5m/s 의 속도로 움직이면서 측정하였다. 그 결과 <표 3>과 같이 나타났다.

<표 3> 이동 방향에 따른 인식률

움직임 방향	인식률(%)
상	72
하	65
좌	82
우	85

### 5.3.2 속도에 따른 인식률

속도에 따른 인식률을 측정하기 위해 카메라와 사용자가 2미터 거리에서 약 3, 2, 1.5, 1, 0.5 m/s 의속도로 각각 50회씩 실험 한 결과를 (그림 8)과 같이 측정하였다. 속도를 점차 1.5m/s까지 증가시킨 결과 76%이상의 인식률을 보였다.



(그림 8) 이동 속도에 따른 인식률

## 6. 결론

본 논문에서는 제안한 적외선 기반의 사용자 추적 시스템은 영상처리를 위해 기존에 고 성능이 필요한 하드웨어를 사용하지 않고, 저성능, 저비용의 하드웨어를 사용하였다. 본 논문에서 제안한 시스템은 적외선을 방출하고, 카메라는 적외선 방출을 인식하여 촬영 각도를 조절하는 등 이동하면서도 동영상 셀프촬영을 가능하게 하기 때문에 복잡한 처리가 없어 저성능의 하드웨어로도 충분히 구현할 수 있다. 실제 구현 후 테스트한 결과 80%의 인식률을 보였으며, 움직임 속도에 따라서는 1.5m/s까지 76%의 인식률을 보였다.

향후 연구로는 촬영장비와 사용자의 각도뿐만 아니라 거리까지 측정하여서 촬영장비의 줌 아웃 까지 자동으로 조절할 수 있도록 보완하고자 한다.

## 참고문헌

- [1] Wen-Wen Chen, et al., "Study of Data Placement Schemes for SNS Services in Cloud Environment", KSII Transactions on Internet and Information Systems (TIIS), Vol.9, No.8, pp.3203-3215, 2015.
- [2] Ramasubramanian, M. et al., "Cloud based processing of multimedia in mobile application", Emerging Trends In New&Renewable Energy Sources And Energy Management (NCET NRESEM), pp.123-129, 2014.
- [3] 김은수, 이승익, "이미지센서의 최적 구간 분할에 따른 감마 보정 방법", Vol.11, No.2, pp.61-68, 2013.
- [4] Adriana Bonilla Riano, et al., "Film Thickness measurement in oil-water pipe flow using image processing technique", Experimental Thermal and Fluid Science, Vol.68, pp.330-338, 2015.
- [5] 장재건, 차량 탑재용 카메라를 이용한 실시간 차량 번호판 인식기법", 인터넷정보학회논문지, Vol.6, No.3, pp.147-158, 2005.
- [6] 이정표 외 2인, "디지털 영상처리 기법을 이용한 동전 분류 및 인식", 한국지능시스템학회 논문지, Vol.22, No.1, pp.7-11, 2012.