

<https://doi.org/10.7236/IIBC.2017.17.5.143>

IIBC 2017-5-20

스마트 폰 추적 및 색상 통신을 이용한 동작인식 플랫폼 개발

Development of Motion Recognition Platform Using Smart-Phone Tracking and Color Communication

오병훈*

Byung-Hun Oh*

요약 본 논문에서는 스마트 폰 추적 및 색상 통신을 이용한 새로운 동작인식 플랫폼을 개발한다. 카메라가 탑재된 PC 혹은 스마트 TV와 개인 스마트 폰 가지고 영상을 기반으로 한 객체 인식 기술을 이용하여 동작 인식 유저 인터페이스를 제공한다. 사용자는 손으로 스마트 폰을 움직여 모션 컨트롤러처럼 사용할 수 있으며, 플랫폼에서는 이 스마트 폰을 실시간으로 검출하고, 3차원 거리와 각도를 추정하여 사용자의 동작을 인식한다. 또한, 스마트 폰과 서버의 통신을 위하여 색상 디지털 코드를 이용한 통신 시스템이 사용된다. 사용자들은 색상 통신 방법을 이용하여 텍스트 데이터를 자유자재로 주고받을 수 있으며, 동작을 취하는 도중에도 끊임없이 데이터를 전송할 수 있다. 제안한 동작인식 플랫폼 기반의 실행 가능한 콘텐츠를 구현하여 결과를 제시한다.

Abstract In this paper, we propose a novel motion recognition platform using smart-phone tracking and color communication. The interface requires only a camera and a personal smart-phone to provide a motion control interface rather than expensive equipment. The platform recognizes the user's gestures by the tracking 3D distance and the rotation angle of the smart-phone, which acts essentially as a motion controller in the user's hand. Also, a color coded communication method using RGB color combinations is included within the interface. Users can conveniently send or receive any text data through this function, and the data can be transferred continuously even while the user is performing gestures. We present the result that implementation of viable contents based on the proposed motion recognition platform.

Key Words : Smart-Phone Tracking, Motion Recognition Platform, Color Communication

1. 서론

최근 컴퓨터 장비들이 발달하여 사이즈가 작아지고, 수행 속도가 빨라지며, 저장 용량은 늘어나면서, 이를 이용한 동작인식 플랫폼들도 다양한 형태로 발전하고 있다.

이에 따라, 동작인식 플랫폼의 주요 콘텐츠인 게임 분야 뿐만 아니라 영화, 테마파크 등의 오락/엔터테인먼트 분야 및 교육, 미디어, 시뮬레이션 등의 교육/미디어 분야 등으로 확장하고 있으며, 점점 커지는 모션인식 시장에 흐름에 따라서 동작인식의 하드웨어 및 소프트웨어 분야

*정회원, 성균관대학교 ICT인력양성사업단 리서치펠로우
접수일자: 2017년 7월 14일, 수정완료: 2017년 9월 7일
게재확정일자: 2017년 10월 13일

Received: 14 July, 2017 / Revised: 7 September, 2017 /

Accepted: 13 October, 2017

*Corresponding Author: sincelife@skku.edu

School of Information and Communication Engineering,
Sungkyunkwan University, Korea

는 앞으로도 발전 가능성이 가장 높은 분야 중 하나로 손꼽히고 있다.^[1]

2000년대 중반까지 비디오 콘텐츠는 보통 PC의 키보드와 마우스를 이용하여 플레이하거나, 각 플랫폼에 맞는 전용 패드를 이용하여 플레이하는 형태였다. 그러나 2006년에 리모컨 형태의 게임 패드를 흔들어 몸의 움직임으로 캐릭터를 조종하는 게임 플랫폼이 출시되고, 그 이후로 다양한 동작인식 플랫폼들이 등장하게 되었다. 최근에는 리모컨 형태의 패드를 흔들어 동작을 인식시키는 시스템뿐만 아니라, 아무런 컨트롤러 장비 없이 몸의 동작을 영상으로 인식하여, 게임을 이용할 수 있도록 하는 장비도 출시된 바 있다.^[2]

이러한 동작인식 플랫폼들은 사용자에게 높은 몰입감과 큰 재미를 선사하지만 현재 출시된 동작인식 플랫폼들은 일반인들이 접근하기 쉽지 않다는 단점이 있다. 동작인식 플랫폼에는 근거리 무선 통신이나, 영상처리 알고리즘, 물리 센서 신호처리 알고리즘 등의 다양한 기술들이 복합적으로 구현되어 있으며, 이로 인하여 게임 플랫폼들의 가격은 일반인들이 간단히 즐기는 용도로 구입하기에는 적절하지 않은 수준이다. 또한, 플랫폼을 구입하여도 콘텐츠를 실제로 즐기기 위해서는 소프트웨어를 따로 구입해야 하는 번거로움도 있어 경제적인 부담과 추가 구입에 대한 수고가 넓은 연령층에 대중화되지 못하는 이유 중 하나가 되고 있다.

본 논문에서는 추가적인 장비 구입 없이 일반적인 가정의 PC 혹은 스마트 TV와 개인 스마트 폰만을 이용하여 동작인식 콘텐츠를 즐길 수 있게 해주는 플랫폼을 제안한다. 최근 사용자가 급속하게 늘어나고 있는 스마트 폰은 다양한 기능들이 내장되어 있기 때문에 동작인식 컨트롤러로 사용하기에 적절하다. 이를 영상으로 추적하여 사용자의 동작을 인식하고, 다양한 색상 값을 발광시키는 방법으로 무선 데이터 통신까지 할 수 있는 새로운 형태의 동작인식 플랫폼을 제안한다.

II. 기존 동작인식 플랫폼

최근 다양한 동작인식 플랫폼들이 출시되고 있으며, 각자 서로 다른 기술을 사용하여 사용자의 동작을 인식한다. 그 중 사용자들에게 가장 인기가 많은 동작인식 플랫폼들을 그림 1과 같이 확인할 수 있다.^[3]



그림 1. 기존 동작인식 플랫폼

Fig. 1. Existing Motion Recognition Platform

소니에서 출시한 PS(Play Station) Move는 작은 리모컨 모양의 컨트롤러이다. 상단에 푸른색을 띄는 공이 부착되어 있으며, 이 공을 PS Eye라고 하는 USB 카메라가 추적하면서 게임 인터페이스가 구성된다. 색상 정보를 이용하여 컨트롤러의 움직임을 추적하기 때문에 상대적으로 수행시간이 빠르고 비교적 정확하다. 또한, PS Move 안에 내장 센서가 탑재되어 있어서 공이 보이지 않아도 센서 정보를 이용하여 컨트롤러의 위치를 어느 정도 추정할 수 있다.

닌텐도에서 출시한 Wii는 Wii mote라는 리모컨을 이용하는 게임 플랫폼으로서, 적외선 센서를 이용한다. TV 위에 적외선 바를 올려놓고 일정 거리 안에서 Wii mote를 움직이면, Wii mote 안에 내장된 적외선 감지 센서가 바의 위치를 탐색하여 이루어지고 있는 동작을 판단한다. 또한, 3축 가속도 센서가 내장되어 있어 움직임 정보를 보정할 수 있으며, 최대 4명까지 동시에 인식이 가능하다.

마이크로소프트에서 출시한 키넥트는 특별한 게임 컨트롤러를 필요로 하지 않는다. RGB 카메라 하나와 그 옆에 붙어있는 두 대의 깊이 센서를 이용하여 사람의 몸을 직접 영상으로 인식한다. 조명이 크게 영향을 받지 않은 채 실시간으로 사람 몸의 48개 관절 포인트를 검출할 수 있어, 특별한 컨트롤러 없이 몸동작만으로도 게임을 즐길 수 있게 하였다.

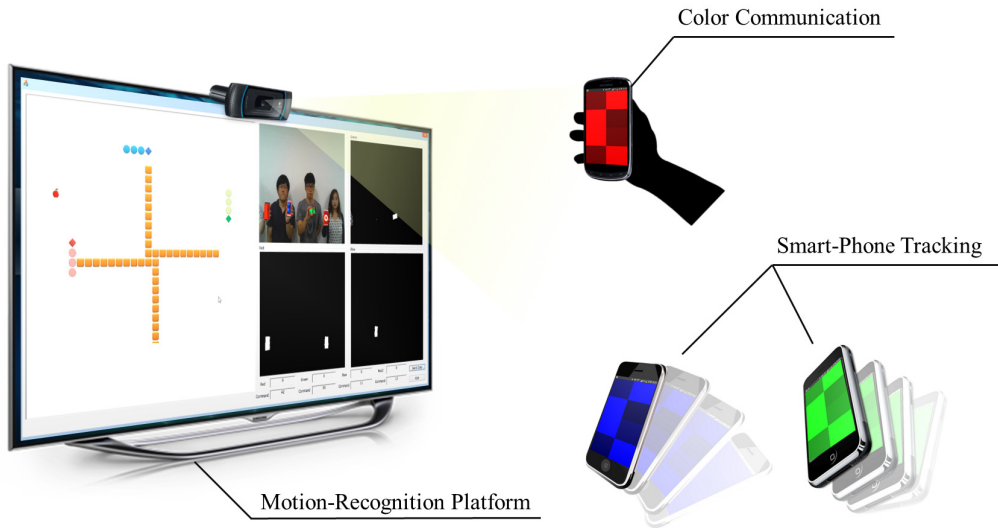


그림 2. 동작인식 플랫폼 개념도
 Fig. 2. Motion Recognition Platform Conceptual Diagram

III. 동작인식 플랫폼

1. 동작인식 플랫폼 개념

본 논문에서 제안하는 동작인식 플랫폼 개념도는 그림 2와 같다. 사용자는 발광된 스마트 폰을 움직이면 모션인식 플랫폼에서는 스마트 폰을 검출하고 추적하여 3차원 좌표, 회전각도 및 다양한 명령어를 인식한다. 이를 콘텐츠에 적용하여 객체를 움직이거나 다양한 명령어를 수행할 수 있다. 또한, 컬러 통신 기술을 플랫폼에 도입하여 플랫폼과 사용자 간 자유로운 무선 데이터 통신이 가능하도록 한다.

2. 스마트 폰 추적

본 논문에서 제안하는 동작인식 플랫폼은 사용자의 스마트 폰을 검출 및 추적하여 컨트롤러로 사용한다. 스마트 폰을 컨트롤러로 사용하기 위해서 스마트 폰을 검출 및 추적하는 과정이 필요하며, 본 논문에서는 스마트 폰의 화면을 RGB 색상^[4]으로 발광시킨 후, 카메라가 해당 색상을 검출하고 추적하는 방법을 이용한다.

스마트 TV의 카메라나 PC의 웹캠을 이용하여 사용자가 발광하는 스마트 폰을 들고 있는 모습을 촬영하면, 그림 3과 같이 Camshift 및 칼만 필터 알고리즘^[5, 6]을 이용하여 스마트 폰을 검출 및 추적하게 된다.

Camshift 및 칼만 필터 추적 알고리즘을 구체적으로 설명하며, 먼저 칼만 필터 추적부는 칼만 교정 과정에서 계산된 상태벡터와 제어 벡터를 바탕으로 칼만 예측을 수행하여 예측된 상태벡터 좌표에 따라 탐색 윈도우를 선정하는 과정에 해당한다. Camshift 추적부는 설정된 탐색 윈도우에서 Camshift 알고리즘을 수행하여 칼만 필터의 측정값인 추적 객체의 중심 위치를 계산하는 과정에 해당한다.

칼만 필터 추적부는 Camshift 추적을 통해 계산된 추적 객체의 중심좌표를 기반으로 칼만 교정 단계를 거치고, 제어 벡터에 해당하는 객체의 이동 속도를 계산하여 상태 예측 단계에 사용한다. 그 이후 칼만 예측 단계에서 예측된 객체의 좌표 정보를 기반으로 Camshift 추적을 위한 탐색 윈도우를 설정하게 된다.

Camshift 추적부는 추적할 객체에 대한 탐색 윈도우가 지정되면, 미리 계산된 HSV 컬러 모델의 Hue 영역 색상 정보와 YCbCr^[7] 컬러 모델의 Cb, Cg, Cr 색상 정보에 해당하는 컬러 히스토그램 정보를 바탕으로 물체를 추적한다. 이후 영상에서 초기에 지정된 영역의 히스토그램 정보를 모두 만족하는 영역이 Camshift 추적을 위한 후보 영역으로 설정된다. 그 이후에 칼만 필터를 통해 예측된 물체의 위치를 중심으로 설정된 탐색 윈도우 내에서 Camshift 알고리즘이 수행된다. Camshift 추적 영역이 수렴한 후에는 수렴하는 지점의 중심좌표를 다시

칼만 필터 추적부에 전달하며, 서로 필요한 값을 계산하여 전달하는 과정이 반복되면서 발광된 스마트 폰 액정을 검출하게 된다.

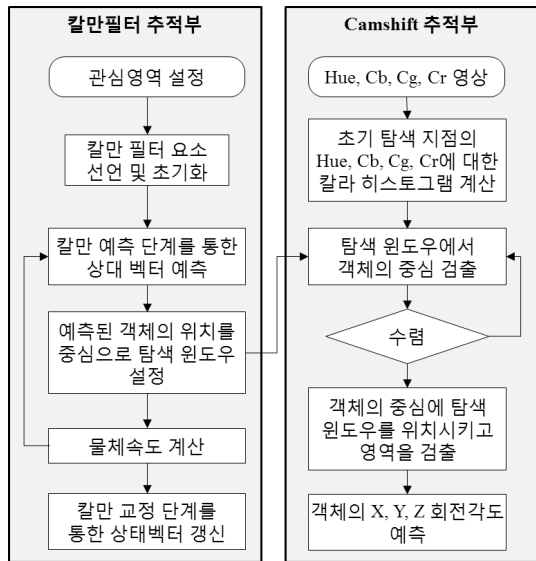


그림 3. Camshift 및 칼만필터 추적 알고리즘
Fig. 3. Tracking Algorithm of Camshift and Kalman Filter

3. 컬러 통신

스마트 폰을 이용한 사용자의 동작만으로 다양한 콘텐츠에 필요한 모든 명령어를 입력하기에는 무리가 있다. 또한, 본 논문에서 제안하는 플랫폼에 사용되는 컨트롤러는 다양한 기능이 탑재된 스마트 폰(컨트롤러)이기 때문에, PC나 스마트 TV 측(플랫폼)에서 컨트롤러에 디지털 데이터나 명령어를 전달하면 더 다양한 작업을 수행할 수 있다. 따라서 본 논문에서는 컬러 통신 기술을 도입하여 플랫폼과 컨트롤러 간에 자유로운 무선 데이터 통신이 가능하도록 하였다.

그림 4는 제안하는 컬러 통신 방법의 개요를 나타내며, 컬러 통신은 같은 단색상이라도 명도 값에 차이가 있다는 점을 이용하여 영상으로 데이터를 전달하는 방법이다. 사용자가 스마트 폰에서 보내고자 하는 데이터를 입력하면 미리 정의된 데이터 복호화 알고리즘을 통해 스마트 폰 액정에 출력하여 수신부에 색상 값을 전송한다. RGB 색상 채널에서는 같은 Blue 색상도 0에서 255까지 단계가 나누어져 있기 때문에, 이를 몇 개의 구간으로 나누어서 비트 0이나 1을 맵핑할 수 있다. 따라서 전송할

데이터를 비트 코드로 변환한 후, 해당 비트에 맞는 색상 값을 찾고, 디스플레이 화면 일정 구역에 해당 색상 값을 출력하면 데이터를 송신할 수 있다

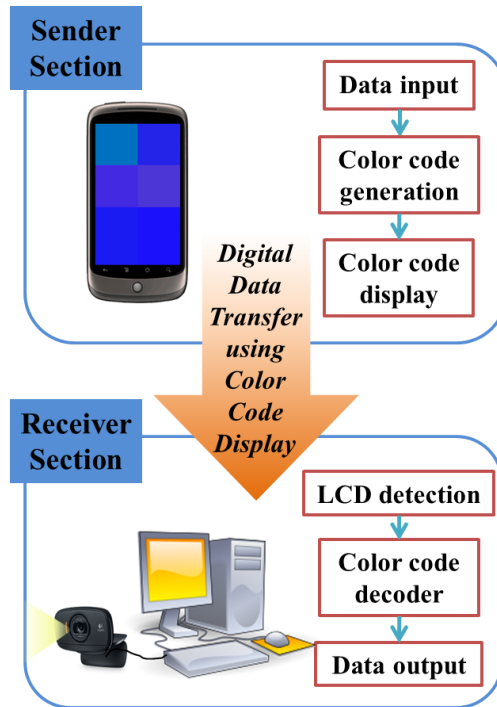


그림 4. 컬러 통신 개념도
Fig. 4. Color Communication Conceptual Diagram

플랫폼에서는 스마트 폰 검출 및 추적 알고리즘을 통하여 발광된 스마트 폰이 출력하는 색상을 탐색하여 위치를 찾아낸다. 플랫폼 측에서는 카메라를 이용하여 스마트 폰이 발광하는 색상의 0에서 255값을 촬영한 후, 영상에서 어떤 RGB 값으로 표현되는지 분석하는 과정이 선행되어야 한다. 이를 이용하여 색상을 비트코드로 변환할 수 있는 맵핑 테이블을 마련한 후, 스마트 폰 액정이 색상을 발광하면 해당 색상을 검출하고, RGB 값을 추출한다. 추출한 RGB 값을 맵핑 테이블을 이용하여 비트 코드로 변환한 후, 이를 다시 원래의 데이터 형태로 복원하면 컬러 통신이 이루어진다.

4. 명령어 인터페이스 생성

본 논문에서는 그림 5와 같이 콘텐츠 제어를 위하여 검출된 스마트 폰의 3차원 거리 및 3차원 회전각도와 연속되는 영상을 통한 제어 명령어(상, 하, 좌, 우, 클릭, 더

블 클릭 등)를 제공한다. 먼저 플랫폼으로부터 컨트롤러까지의 3차원 거리를 추정하는 방법은 검출된 스마트 폰의 폭과 높이 변화를 이용하였다.

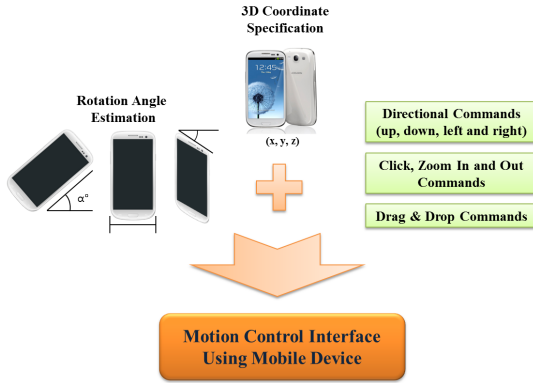


그림 5. 모션 명령어 인터페이스
 Fig. 5. Motion Control Interface

1) z축 거리 값 추정(cm)

- Dev_Wed: 스마트 폰 실제 폭(cm)
- Cam_Wed: 카메라 프리뷰 화면 폭(pixel)
- Wid_Len: 검출된 스마트 폰의 폭(pixel)
- Wid_Fov: 카메라 가로 시야각(degree)
- Z_Dis: z 거리 값(cm)

$$Z_Dis = \frac{Dev_Wid \times Cam_Wid}{Wid_Len \times \tan\left(\frac{Wid_Fov}{2}\right) \times 2} \quad (1)$$

2) x 축 거리 값 추정(cm)

- Z_Dis: 카메라와 스마트 폰 사이의 거리(cm)
- Wid_Fov: 카메라 가로 시야각(degree)
- Fov_WLen: 거리에 따라서 카메라에 잡히는 가로 길이(cm)

$$Fov_WLen = Z_Dis \times \tan\left(\frac{Wid_Fov}{2}\right) \times 2 \quad (2)$$

- Cam_Wid: 카메라 프리뷰 화면 폭(pixel)
- Dis_Pix: 픽셀 당 거리 값(pixel)

$$Dis_Pix = \frac{Fov_Len}{Cam_Wid} \quad (3)$$

- X_Pix: 추적 알고리즘을 통해 추정된 x 좌표(pixel)
- X_Dis: x 축 거리 값(cm)

$$X_Dis = (X_Pix - \frac{Cam_Wid}{2}) \times Dis_Pix \quad (4)$$

3) y 축 거리 값 추정(cm)

- Z_Dis: 카메라와 스마트 폰 사이의 거리(cm)
- Hei_Fov: 카메라 세로 시야각(degree)
- Fov_HLen: 거리에 따라서 카메라에 잡히는 세로 길이(cm)

$$Fov_HLen = Z_Dis \times \tan\left(\frac{Hei_Fov}{2}\right) \times 2 \quad (5)$$

- Cam_Hei: 카메라 프리뷰 화면 높이(pixel)
- Dis_Pix: 픽셀 당 거리 값(pixel)

$$Dis_Pix = \frac{Fov_Hei}{Cam_Hei} \quad (6)$$

- Y_Pix: 추적 알고리즘을 통해 추정된 y 좌표(pixel)
- Y_Dis: x 축 거리 값(cm)

$$Y_Dis = (Y_Pix - \frac{Cam_Hei}{2}) \times Dis_Pix \quad (7)$$

두 번째로 3차원 각도를 추정하는 방법은 검출된 스마트 폰의 폭과 높이의 변화를 이용하였다.

4) x축 각도 추정(degree)

- Max_HLen: 카메라 정면에서 스마트 폰의 최대 높이(pixel)
- X_MaxAng: 최대 각도(degree)
- Hei_Len: 검출된 스마트 폰의 높이(pixel)
- X_Ang: x축 회전 각(degree)

$$X_Ang = \frac{Hei_Len}{Max_HLen} \times X_MaxAng \quad (8)$$

5) y축 각도 추정(degree)

- Max_WLen: 카메라 정면에서 스마트 폰의 최대 폭(pixel)
- Y_MaxAng: 최대 각도(degree)
- Wid_Len: 검출된 스마트 폰의 폭(pixel)
- Y_Ang: y축 회전 각(degree)

$$Y_Ang = \frac{Wid_Len}{Max_WLen} \times Y_MaxAng \quad (9)$$

6) z축 각도 추정(degree)

z축 각도 추정은 검출된 스마트 폰 영역의 상단 좌우

의 2개의 포인트(꼭지점)를 이용하였다.

- P1.x, P1.y : 포인트 1의 x, y 좌표(pixel)
- P2.x, P2.y : 포인트 2의 x, y 좌표(pixel)
- dy : P2.y - P1.y
- dx : P2.x - P1.x
- Z_Ang : atan2(dy, dx)
- Ang = atan(abs(dy/dx))

$$\text{atan2}(dx, dy) = \begin{cases} dy = 0, & \begin{cases} dx < 0, Z_Ang = 180 \\ dx > 0, Z_Ang = 360 \end{cases} \\ dx = 0, & \begin{cases} dy < 0, Z_Ang = 270 \\ dy > 0, Z_Ang = 90 \end{cases} \\ \text{Ang}, & \begin{cases} dx > 0, & \begin{cases} dy > 0, Z_Ang = (0 + Ang) \\ dy < 0, Z_Ang = (360 - Ang) \end{cases} \\ dx < 0, & \begin{cases} dy > 0, Z_Ang = (180 - Ang) \\ dy < 0, Z_Ang = (180 + Ang) \end{cases} \end{cases} \end{cases} \quad (10)$$

마지막으로 제공되는 제어 명령어(상, 하, 좌, 우)를 생성하는 방법은 그림 6과 같다. 검출된 스마트 폰의 중심 영역 바탕으로 현재 프레임과 이전 프레임의 상대 위치를 비교하여 제어 명령어를 생성할 수 있다. 클릭 및 더블 클릭 명령어는 사용자가 스마트 폰을 구부리는 동작을 통해 시간에 따른 검출 면적의 변화에 따라 생성될 수 있다.

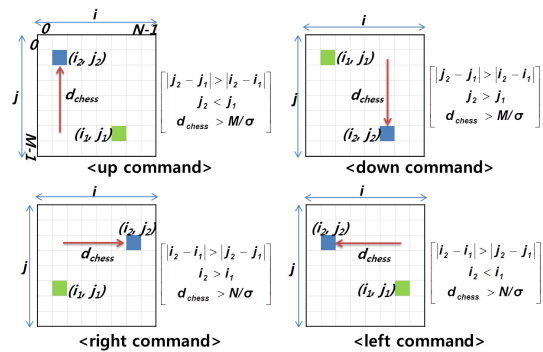


그림 6. 제어 명령어(상, 하, 좌, 우)
Fig. 6. Control Command (Up, Down, Left, Right)

IV. 실험 결과 및 콘텐츠 구현

1. 스마트 폰 검출 실험 및 결과

스마트 폰 검출 실험을 위하여 스마트 폰 액정에 Red, Blue, Green 색상을 발광하고, 100cm, 200cm 300cm 거

리에서 대략 60초 정도 촬영하였다.

표 1과 같이 색상에 따른 각 거리별 검출율을 살펴보면 Red 발광 시 평균 96.76%, Green 발광 시 평균 97.27%, Blue 발광 시 평균 97.68%로 Blue로 발광하였을 때 검출율이 가장 높고, Red로 발광하였을 때 검출율이 가장 낮은 것을 확인할 수 있다. 전체 평균은 약 97.24%이며, 수행시간은 27.3(ms)이다.

표 1. 스마트 폰 검출 실험 결과

Table 1. Experimental Results of Smart-Phone Detector

	100cm	200cm	300cm	평균
Red	98.20% (1421/1447)	96.23% (1402/1457)	95.86% (1390/1450)	96.76%
Green	98.76% (1429/1447)	96.71% (1409/1457)	96.34% (1397/1450)	97.27%
Blue	98.62% (1427/1447)	97.39% (1419/1457)	97.03% (1407/1450)	97.68%

2. 색상통신 전송 실험 및 결과

색상통신 전송 실험을 위하여 스마트 폰의 화면은 2×5 형태로 총 10개의 사각형으로 분할하였으며, 중간 두 사각형에 기준 색상 값을 출력하였다. 각 사각형의 가장 가운데 있는 9개의 픽셀의 평균값을 측정하여 색상 값을 분석하였으며, 송신기기와 수신기기의 거리는 20cm로 설정하였다.

전송할 데이터는 'skku'라는 글자를 입력하였고, 이를 ASCII 코드로 변환하여 각 사각형에서 한번에 2비트씩 출력하도록 만들었다. 기준 색상 값이 출력되는 부분을 제외하면 총 8개의 사각형에 출력되기 때문에 한 번에 16비트, 총 두 글자를 전송할 수 있다. 사각형들의 색상 변환 속도는 1초에 5번으로 설정하여 1초에 총 80비트를 전송할 수 있도록 하였다.

표 2. 전송 정확도 실험 결과

Table 2. Experimental Results of Transmission Accuracy

	1회	2회	3회	평균
비트	99.5% (3047/3061)	98.4% (3118/3136)	96.2% (2851/2974)	98.0%
글자	98.7% (377/382)	97.2% (381/392)	93.3% (349/374)	96.4%
단어	98.0% (94/96)	97.0% (95/98)	87.0% (80/92)	94.0%

실험 1회당 1분 동안 전송하였고, 총 3회의 실험을 진행하여 비트, 글자, 단어 단위 평균 전송 정확도를 측정하였고, 평균 98%의 비트 전송 정확도를 얻을 수 있었다. 표 2는 측정된 전송 정확도의 결과를 나타낸다.

3. 콘텐츠 구현

본 논문에서는 제안하는 플랫폼을 테스트하기 위해 그림 7 및 8과 같이 3차원 배팅 게임 및 스테이크 게임을 구현하여 테스트하였다.

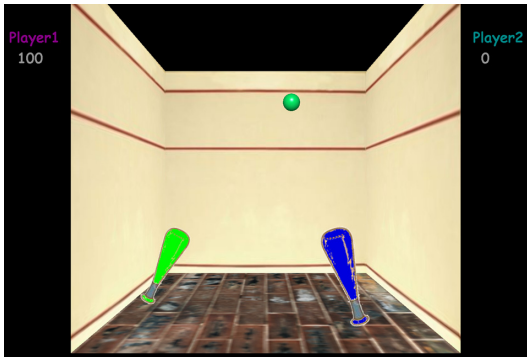


그림 7. 3차원 배팅 게임
 Fig. 7. Three-Dimensional Batting Game

Red, Green, Blue 색상을 발광하여 4인까지 동시에 게임에 참여할 수 있으며, 그림 9와 같이 컬러통신을 이용하여 결과 및 정보 등을 사용자와 플랫폼 간 서로 송수신할 수 있었다.



그림 8. 동작인식 스네이크 게임
 Fig. 8. Motion Recognition Snake Game

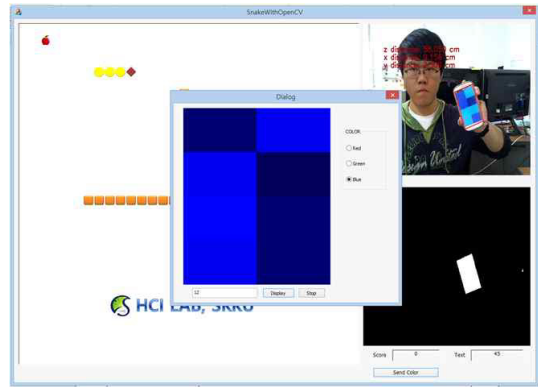


그림 9. 컬러통신을 이용하여 결과 출력
 Fig. 9. Result Output Using Color Communication

V. 결론

본 논문에서는 스마트 폰을 기반으로 하여 동작인식 플랫폼을 구현하는 방법에 대하여 연구하였다. 동작인식 플랫폼을 구현하기 위하여 스마트 폰 액정에 RGB 색상을 발광시켜 추적하는 방법을 사용하였고, 서버와 클라이언트가 영상으로 무선 데이터 통신을 할 수 있도록 컬러 통신 기술을 도입하였다.

본 논문에서 제안하는 시스템은 별도의 장비 없이 개인용 스마트 폰과 가정의 스마트 TV만을 가지고 충분히 이용할 수 있어서, 동작인식 콘텐츠에 대한 일반인들의 접근이 쉽다는 데 의미가 있다. 차후에는 추가연구를 통하여 동작 인식 정확도를 향상시키고 데이터 전송 정확도를 높이는 방법을 모색할 예정이다.

References

- [1] P. Zackariasson, T. Wilson, eds. "The Video Game Industry: Formation, Present State, and Future," Routledge, Vol. 24, 2012.
- [2] I. Chiang, J. Tsai, "Using Xbox360 Kinect Games on Enhancing Visual Performance Skills on Institutionalized Older Adults with Wheelchairs," Fourth IEEE Int'l Conference On Digital Game And Intelligent Toy Enhanced Learning, pp. 263-267, 2012.
- [3] J. Deutsch, et al. "Nintendo wii sports and wii fit

- game analysis, validation, and application to stroke rehabilitation," Topics in stroke rehabilitation, vol. 18, no. 6, pp. 701-719, 2011.
- [4] CK, Park, Nyamdagva, "Design of Two Rate Three Color Marker using FPGA", The International Journal of Internet, Broadcasting and Communication(IJICB), Vol. 1, No. 1, pp. 16-21, 2009.
- [5] DY. Kim, JW. Park, CW. Lee, "Object-Tracking System Using Combination of CAMshift and Kalman filter Algorithm," Journal of Korea Multimedia Society, Vol 16, no. 5, pp. 619-628, 2013.
- [6] T. Tengis, A. Batmunkh, "Mapping of Real-Time 3D object movement," The International Journal of Internet, Broadcasting and Communication(IJICB), Vol. 7, No. 2, pp. 1-8, 2015.
- [7] BH. O, KW. J, KS. Hong, "Multi-object Detection and Tracking Method based on Color Information," The 24th Joint Conference on Communications and Information, 2014.

저자 소개

오 병 훈(정회원)



- 2011년: 을지대학교 의료전산학과 (BS)
- 2013년: 성균관대학교 전자전기컴퓨터공학과(MS)
- 2016년: 성균관대학교 컴퓨터공학과 (Ph.D)
- 2016년 ~ 현재: 성균관대학교 ICT인력양성사업단 리서치펠로우

<주관심분야 : 신호처리, 모바일, 영상처리, 패턴인식>

※ 이 논문은 2016년도 정부(교육부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업임 (2016R1A6A3A11930221)