

인터랙티브 디지털 사이니지를 위한 손 인식 인터페이스 개발

(Development of Hand Recognition Interface for Interactive Digital Signage)

이 정 운¹⁾, 차 경 애^{2)*}, 류 정 탁³⁾

(Lee Jung-Wun, Cha Kyung-Ae, and Ryu Jeong-Tak)

요 약 카메라 영상을 분석하여 인체의 움직임을 인지하는 모션 인식에 관한 관심이 커짐에 따라, 원거리에서의 손동작만으로 디지털 디바이스를 제어하는 연구가 활발히 이루어지고 있다. 이러한 손을 이용한 인터페이스는 다양한 장소에서 일반인에게 노출되어 광고 효과를 기대하는 디지털 사이니지 산업 영역에서 효과적으로 이용될 수 있다. 즉, 디지털 사이니지 콘텐츠를 비접촉식 손동작을 통해서 간단히 제어할 수 있는 인터페이스를 제공함으로써, 다수를 대상으로 관심 있는 광고 정보를 제공할 수 있으며, 이는 매출로 이어질 수 있는 계기를 마련하게 된다. 따라서 본 논문에서 제안하는 일정 거리에서의 손의 움직임을 통한 디지털 사이니지 콘텐츠 제어 시스템은 인터랙티브 광고 매체 개발에 효과적으로 활용될 수 있을 것이다.

핵심주제어 : 손동작 기반 상호작용, 디지털 사이니지, 상호작용형 광고 매체

Abstract There is a Growing Interest in Motion Recognition for Recognizing Human Motion in Camera Images. As a Result, Researches are Being Actively Conducted to Control Digital Devices with Gestures at a Long Distance. The Interface Using Gesture can be Effectively Used in the Digital Signage Industry Where the Advertisement Effect is Expected to be Exposed to the Public in Various Places. Since the Digital Signage Contents can be Easily Controlled through the Non-contact Hand Operation, it is Possible to Provide the Advertisement Information of Interest to a Large Number of People, Thereby Providing an Opportunity to Lead to Sales. Therefore, we Propose a Digital Signage Content Control System Based on Hand Movement at a Certain Distance, which can be Effectively Used for the Development of Interactive Advertizing Media.

Key Words : Hand Gesture Based Interactive, Digital Signage, Interactive Advertizing Media

* Corresponding Author : chaka@daegu.ac.kr

+ 이 논문은 대구대학교 학술연구비지원에 의한 논문임

Manuscript received Mar 2, 2017 / revised Apr 19, 2017 /

accepted Jun 20, 2017

1) 대구대학교 정보통신공학과, 제1저자

2) 대구대학교 정보통신공학부, 교신저자

3) 대구대학교 전자전기공학부, 제3저자

1. 서론

IT기술의 발달로 디지털 정보의 제공은 광고 산업 분야에서도 활발히 적용되고 있으며, 2000년대 이후 디지털 디스플레이가 생활 전반에 보급됨에 따라 디지털 사이니지의 수요가 증가하고 있다[1,2,3].

디지털 사이니지는 공공장소나 상업적 공간에 설치된 디스플레이에 네트워크를 통해서 공적 정보나 다양한 광고 등의 디지털 콘텐츠를 제공하는 미디어이며, IT 기술과 융합되어 양방향 인터랙션이 가능한 정보매체라고 할 수 있다[4].

특히 디지털 사이니지는 여러 환경에서 역동적인 콘텐츠를 제공하여 광고 효과를 극대화시키는데 목적이 있으며, 이를 위해서는 사용자와의 인터랙션이 매우 강조되고 있어 터치스크린이나 동작을 감지하는 센서 등을 이용하는 방법 등이 실현되고 있다. 또한 특수한 디바이스를 통한 증강현실이나 사용자가 참여하는 듯한 가상현실 등을 이용한 심층적인 IT기술의 접목이 시도되고 있다[5,6].

그러나 여러 장소에서 불특정 다수가 자유롭게 이용 가능한 디지털 사이니지 콘텐츠의 활용은 광고에 관심이 있는 사용자가 디스플레이 앞에서 간단한 손동작으로 원하는 콘텐츠를 중점적으로 찾아볼 수 있는 방법과 같이 일반적이고 즉각적인 인터랙션 기술이 효과적일 수 있다.

이러한 필요에 의해서 디지털 사이니지의 인터랙션 제공을 위한 연구로 키넥트(Kinect)와 같은 인식 장치를 이용한 사례들이 있으나[6,7,8], 이는 고가의 장치를 필요로 하며 설치 장소의 제한이 있을 수 있어, 일반적으로 디지털 사이니지 매체에 활용하기에는 한계가 있다.

본 논문에서는 디지털 사이니지의 디스플레이 장치의 카메라를 통해서 광고에 관심을 보이는 특정 사용자를 실시간으로 인식하고 손동작으로 콘텐츠를 제어하는 인터페이스를 제안한다.

디지털 사이니지 매체는 다수의 사람들이 오가는 장소에 설치되므로, 정보 습득에 관심을 보이는 사용자는 콘텐츠를 일정 거리에서 관찰하게 된다. 이 때 본 연구에서 개발한 인터페이스를 통해서 사용자 얼굴을 자동으로 인식하고, 손으

로 원하는 콘텐츠를 가리키는 등의 간편한 동작으로 콘텐츠를 선택하고 조작하는 제어 기능을 제공한다.

이러한 일반 사용자와의 자연스러운 인터랙션을 지원하는 비접촉식 디지털 사이니지 콘텐츠 제어 시스템은 사용하기 쉬운 제어 기능을 정의하여 사용하는 것만으로 인터랙션 가능한 디지털 사이니지를 개발할 수 있으며, 터치스크린의 잦은 고장, 위생 문제 등을 해결하며, 별도의 인식 장치를 필요로 하지 않는다는 장점이 있다.

제안하는 시스템의 개발을 위해서 실시간 영상을 통한 사용자 및 손동작 인식과 즉각적인 제어 피드백이 가능한 객체 검출 영역의 픽셀 정보나 크기의 변화 정도를 판단하는 알고리즘을 구현한다. 또한 이를 적용한 디지털 사이니지 인터랙션 시스템을 제작하여 실험한 결과를 보인다.

본 논문에서 제안하는 인터랙티브 디지털 사이니지 시스템은 IT융합 산업에서 사용자가 지각한 가치를 강화시켜 제품 및 서비스의 구매와 추천여부에 긍정적인 영향을 미칠 수 있는 산업적 요구[9,10]를 반영하는 참여형 콘텐츠 산업 기술 개발에 기여할 수 있으며, 차세대 대화형 디지털 사이니지의 개발에 활용할 수 있다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 제 2장에서는 관련 연구를 소개하며, 제 3장에서는 손동작 기반 디지털 사이니지 콘텐츠 제어 시스템에 대해 설명하고 제 4장에서는 실험 결과를 제시한다. 마지막으로 제 5장에서 결론을 맺는다.

2. 관련 연구

IT 기술이 보편화되면서 사람의 신체로 컴퓨터와 인터랙션 하는 비하드웨어 인터페이스가 활발히 연구되고 있는 추세이다[11,12]. 사람의 제스처를 보다 정확하게 인식하려는 연구가 진행되면서 적외선이나 거리 측정이 가능한 센서와 카메라를 사용하는 방향으로 나아가고 있다. 키넥트와 림프션(Leap motion)이 적외선을 이용한 제스처 인식 장비의 대표적인 예로, 먼저 키넥트는 마이크로소프트사에서 개발한 인체의 움직임을 감지하는 컨트롤러로 카메라 영상 내의 사용자의

관절 정보를 분석하여 인체 움직임을 인식한다 [13,14].

Kim et al.[7]과 Ro et al.[8]은 디지털 사이니지 제어 시스템에 키넥트를 설치하고 이를 통해 입력 영상의 동작을 인식하여 콘텐츠를 제어하는 연구를 진행하였다. 이 연구들은 디지털 사이니지 콘텐츠와 사용자의 인터랙티브를 위한 인식 기술을 키넥트 장치를 통해 구현하고 있어, 보편적인 인터랙션이 강화된 인터페이스를 개발하기에는 고비용이 소요되며, 장소의 제약점 등의 문제가 존재한다.

립모션은 데스크톱과 같은 근거리 환경에 이용하도록 개발된 디바이스로, 적외선 LED 및 카메라가 내장되어 있으며, 좁은 인식 범위를 가지지만 넓은 범위로 인한 노이즈나 오차를 줄일 수 있다[15]. 디지털 사이니지 시스템 환경은 다양한 거리에서 사용자를 인식해야 하므로, 립모션의 인식 범위로는 활용하기가 어렵다.

본 논문에서는 디지털 사이니지 매체에 사용자 제스처를 이용한 인터랙션이 가능한 시스템을 개발하기 위해서, 디스플레이에 설치되어 있는 카메라를 통해서 입력되는 영상을 실시간으로 분석하여 특정 관심 사용자를 인식하고 그 손동작을 알고리즘을 제안한다. 이는 인식 센서 등을 사용한 기존 연구와 달리 영상 인식 기반 인터페이스로써, 디지털 사이니지 콘텐츠의 구성과 특성에 따라 인터랙션 동작을 제어할 수 있도록 한다.

3. 손동작 기반 디지털 사이니지 콘텐츠 제어 시스템

3.1 시스템 구성

본 논문은 디지털 사이니지 디스플레이 장치 앞에서 있는 사용자의 유무와 손 영역을 인식하여 간단한 손동작으로 광고 콘텐츠를 조회할 수 있는 사용자 인터페이스를 개발한다. 이러한 시스템의 구성은 Fig. 1과 같다.

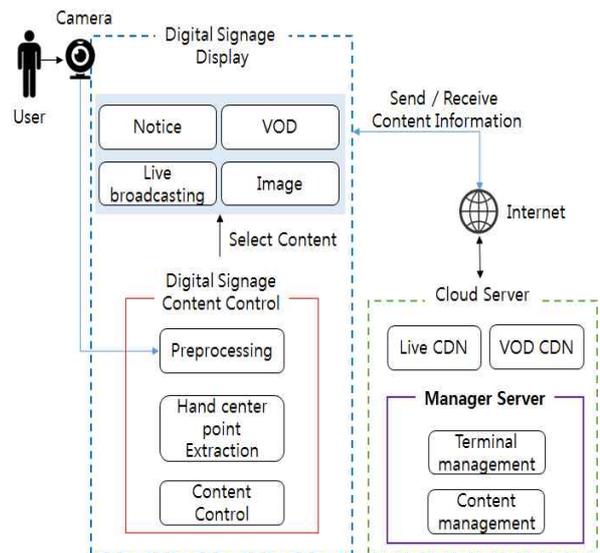


Fig. 1 System Configuration

Fig. 1에서 보이는 디지털 사이니지 디스플레이 장치에 설치된 카메라를 통해 입력 영상의 특정 영역에 존재하는 사용자를 인식한다. 이 때 사용자는 카메라의 일정 영역에 머무르며, 콘텐츠에 관심을 보이며, 정보 획득 의도를 가지고 있다고 할 수 있다. 이후 입력 영상에 대한 전처리를 거치고 사용자의 손 영역을 인식하여 손동작에 따라 마우스 커서를 움직이거나 클릭하는 등의 명령을 수행하여 광고 매체에 인터랙션을 적용하게 된다. 그 결과로 사용자의 손동작에 의해서 필요로하는 임의의 디지털 사이니지 콘텐츠는 인터넷을 통해 클라우드 서버에 저장되어 있는 VOD 정보를 호출하여 사용자에게 정보를 제공한다.

3.2 디지털 사이니지 콘텐츠 제어 모듈

사용자의 손 영역의 변화에 따라 디지털 사이니지 콘텐츠를 제어하는 과정은 Fig. 2와 같다. 카메라로부터 획득한 영상에서 손 영역을 찾기 위한 전처리 단계와 손 영역에서 손 중심 모멘트를 추출하고 특징 정보를 추출하는 손 중심점 추출단계 및 마우스 커서를 통해 콘텐츠를 제어하는 콘텐츠 컨트롤 단계로 이루어진다.

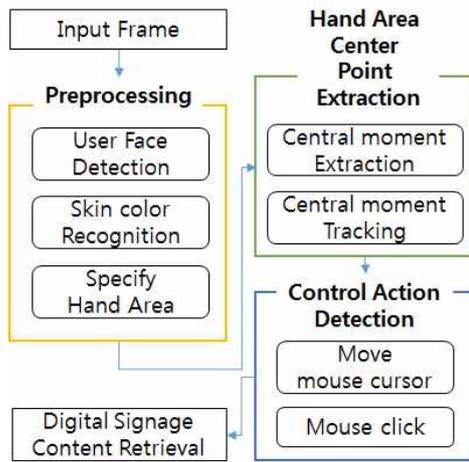


Fig. 2 Components of Digital Signage Content Control Module

전처리 단계에서 디스플레이 장치로부터 일정 거리에서 카메라 영상에 모습이 보이는 특정 사용자의 얼굴 부위를 인식하여 사람인지를 판단한다. 그리고 디지털 사이니지 콘텐츠를 제어할 매체인 손 영역을 인식하기 위해 다른 배경과 구별되는 피부색 컬러 모델을 사용하여 손 영역을 특정화 한다.

손 중심점 추출단계는 제어 매체인 손 영역으로부터 중심 모멘트 정보를 추출하여 디스플레이 장치에 표시될 마우스와 매칭하도록 하여 사용자의 움직임에 따라 마우스 커서가 이를 추적하도록 한다.

마지막으로, 콘텐츠 컨트롤 단계는 손 움직임에 맞추어 디스플레이 장치의 마우스 커서가 해상도에 맞게 움직이도록 하며 특정 프레임 간 손 영역의 평균 픽셀값을 분석하여 마우스 클릭 이벤트를 수행한다.

3.3 전처리 단계

전처리 단계는 카메라로부터 입력받은 원본 영상으로부터 사람의 얼굴이나 손동작을 특정화시키는 기능을 효과적으로 수행하기 위한 과정이다. 영상에서 검출되는 여러 개의 손 후보 영역 중에 인식된 사용자의 손 영역을 찾아내는 기능으로서 Fig. 3과 같이 얼굴 인식, 피부색 인식,

손 영역 추출단계로 구성된다.

얼굴 검출은 카메라의 특정 영역에 존재하는 물체를 대상으로 사람인지 여부를 판단하기 위해서 사람의 주요 특징 부위를 검출한다. 이를 위해서, Haar 알고리즘을 이용해 물체 영역의 밝기 차이를 확인하고 얼굴의 주요 패턴이 존재하는지 확인한다[16]. 설정한 검출률에 도달하면 검출된 물체를 사람으로 인식한다.

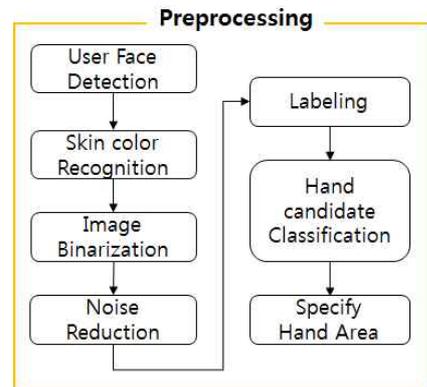


Fig. 3 Preprocessing Step

실제 카메라 입력 영상에는 사람 이외에 여러 가지 사물들이 존재하므로, 피부색 인식을 통해서 사람임을 구별할 수 있는 가장 단순하면서도 효과적인 방법을 사용한다[17]. HSV 컬러모델의 피부색 범위를 지정하여 입력 영상을 이진화하는 과정에서 손 영역과 함께 피부색 범위에 해당되는 물체가 검출되는 영상을 얻는다. 다양한 객체가 검출된 이진화 영상에서 디지털 사이니지 콘텐츠를 제어할 가능성이 있는 객체들을 손 후보라 지칭한다.

다수의 손 후보 객체 중에서 인식된 사용자의 손 영역만을 검출하기 위해 이진화와 피부색 검출 과정에서 생기는 주변 사람의 신체나 노이즈를 줄이기 위해 모폴로지(morphology) 기법의 열림 연산으로 노이즈를 줄이고, 각 손 후보 객체 영역의 크기를 이용한다. 즉, 레이블링 알고리즘을 사용하여 검출된 각 영역별 유사 픽셀값을 가진 그룹을 지정하여 영역을 계산하고, 가장 큰 영역의 손 후보 객체를 인식한다. 콘텐츠 제어를 위해서 앞으로 내민 손은 다른 손 후보나 물체보다 보다 큰 영역을 차지하며, 이는 일정거리에서

사용자는 자신의 손을 몸보다 앞으로 내밀어야 하기 때문이다. 이러한 동작 원리를 이용하여 손 영역을 특정하여 인식하고 이후 인터랙션을 인식할 수 있다.

3.4 손 중심점 추출 단계

여러 손 후보 중 사용자의 손 영역이 결정되면, 해당 영역의 손 중심점 추출한다. 이는 손 중심 모멘트 추출은 디스플레이 디바이스에 표시된 광고 콘텐츠를 선택하기 위해 마우스 커서 제어를 위한 과정이다. 손끝 정보를 활용하면 제어하기에 유리하지만 이벤트 처리 시 손 모양 기호화의 단점이 있으며, 영역의 크기를 이용하는 시스템에서는 오차가 발생한다[18]. Hue의 불변 모멘트는 연속 이미지에서의 식별된 대상의 크기나 위치, 방향에 영향을 받지 않으므로 특징 추출에 사용된다. 검출된 손 영역 이진화 영상을 통해 중심 모멘트를 구하여 마우스 커서를 제어할 수 있다. 중심 모멘트 m_{pq} 는 식 (1)과 같이 구할 수 있으며, x, y 는 이미지 픽셀의 좌표이고 p, q 는 $f(x, y)$ 가 디지털 이미지라고 할 때 x, y 축의 차수에 해당된다[19,20].

$$m_{pq} = \sum_x \sum_y x^p y^q f(x, y), (p, q = 0, 1, 2, \dots) \quad (1)$$

기하학적 모멘트의 경우, 이미지의 모션 변환 중에 값이 크게 변하는 단점이 있다. 따라서 중앙 모멘트는 이미지의 무게 중심을 고려해야 한다. 2차원 이미지의 중심 모멘트는 식 (2)와 같이 정의된다[19,20].

$$\mu_{pq} = \sum_x \sum_y (x - \bar{x})^p (y - \bar{y})^q f(x, y), (p, q = 0, 1, 2, \dots) \quad (2)$$

제안하는 시스템은 이전 프레임과 현재 프레임 사이의 중앙 모멘트의 차이를 비교하여 마우스 커서의 좌표와 이동방향을 확인하여 제어할 수 있다. 각 프레임 사이의 중심 모멘트를 확인하여 마우스 커서의 좌표의 이동방향, 거리 등의 상대적인 정보를 얻을 수 있으며, 이를 기반으로 좌

표의 차이만큼 값을 마우스 커서 좌표에 더해 주어 마우스 커서를 움직일 수 있게 한다.

그러나 손 영역의 일부가 카메라 밖으로 이동하면 마우스를 제어 할 수 없는 문제가 발생할 수 있다. 카메라가 촬영하는 제한된 범위 내에서 손을 움직이려면 마우스 커서가 중앙 모멘트의 이동 거리보다 더 멀리 이동하여 최소한의 이동으로 화면 전체를 간섭 할 수 있게 한다.

3.5 콘텐츠 컨트롤

손 영역에서 추출한 중심 모멘트를 PC상의 마우스 커서와 매칭하여 움직일 수 있게 하였다. 사용자는 자신이 원하는 광고 콘텐츠에 마우스 커서를 옮길 수 있다. 광고 콘텐츠를 선택하기 위해 마우스 커서에 클릭 이벤트를 부여해야 하며, 이를 위해 일정 프레임 간 픽셀값과 모멘트 정보를 활용한다.

이전 연구는 많은 종류의 제스처에 의미를 부여함으로써 다양한 기능을 수행하려고 시도하였으나 사용자는 기능 수행을 위해 제스처의 동작과 의미를 선인식해야하는 불편함이 존재했다. 디지털 사이니지에서의 콘텐츠 컨트롤은 주로 누구나 쉽게 사용할 수 있도록 콘텐츠를 선택하거나 드래그하는 간단한 기능만을 부여하여 복잡한 제스처의 암기 과정을 배제한다.

마우스 클릭 이벤트는 마우스 커서의 좌표가 일정 영역에 머물러 있는 상태를 기준으로 하며 입력 영상을 N 프레임 동안 누적하여 만약 좌표에 큰 변화가 없다면 해당 좌표에 마우스 클릭 이벤트를 발생시킨다. 그러나 좌표의 변화만을 이용하면 손 영역이 아닌 물체를 오인식하여 잘못된 마우스 클릭 이벤트가 발생할 수 있다. 부가적으로 N 프레임 간 손 영역의 평균 픽셀값을 계산하여 일정 범위를 벗어나지 않을 경우 클릭 이벤트를 수행하도록 한다.

N 프레임 간 손 영역의 평균 픽셀값을 구하기 위해서 본 연구에서는 식 (3)의 알고리즘을 제안하고 이를 구현하였다.

$$K(x, y) = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N I_i(x, y) \quad (3)$$

$$G(x, y) = \begin{cases} 1, & \text{if } K(x, y) - K'(x, y) \leq \pm \alpha \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases}$$

위 식의 $I(x, y)$ 는 입력 영상에서 (x, y) 좌표의 픽셀값을 나타내며 $K(x, y)$ 는 N 프레임 동안 누적된 픽셀값의 평균값을 의미한다. $G(x, y)$ 는 (x, y) 좌표에서 측정된 픽셀값이 식 (3)의 조건을 만족하는지 확인하는 수식으로 현재 프레임에서 계산된 $K(x, y)$ 의 픽셀값과 이전 프레임에서 계산된 $K'(x, y)$ 의 픽셀값을 비교하여 그 차이가 정해진 구간 이내인지를 결정한다. 중심 모멘트가 일정 범위를 벗어나지 않으면, 마우스 이벤트를 수행하도록 한다.

사용자는 원하는 광고 콘텐츠가 있는 영역으로 손을 움직이면 중심 모멘트와 매칭된 마우스 커서가 해당 위치에 이동하게 되며, 마우스 커서 좌표가 일정 범위 안에 머물러 있다면 마우스 클릭 이벤트가 실행되어 원하는 콘텐츠를 조회할 수 있다.

4. 구현 및 실험

본 논문에서는 사용자의 손 동작으로 디지털 사이니지 콘텐츠를 제어하는 시스템을 제안하였으며, 이를 구현하여 성능을 파악하였다. 실험 결과는 얼굴 인식, 손 영역 인식, 디지털 사이니지 콘텐츠 제어 순으로 설명한다. 제안하는 시스템은 Visual Studio 2015 환경에서 개발하였으며, 영상 촬영은 Logitech HD Webcam C615을 사용하였다.

Fig. 4는 디지털 사이니지 디스플레이의 카메라 영상에서 얼굴 인식 결과를 나타낸다. 사용자는 디스플레이 상에서 파란색 박스로 보여지는 유도 영역 안에 얼굴을 위치시킨다. 얼굴 인식 모듈에서 사용자의 얼굴 영역과 눈, 코, 입과 같은 얼굴임을 나타낼 수 있는 주요 부위를 감지한다.

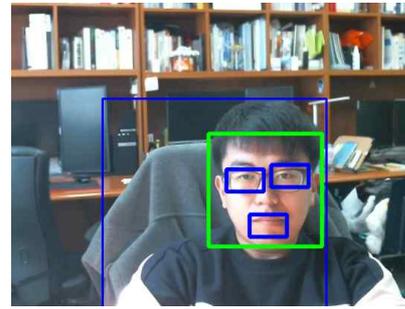


Fig. 4 User Face Recognition Result

주요 얼굴 부위의 감지는 10 프레임 동안 눈, 코, 입 부위 중 2곳 이상이 6회 이상 검출이 된다면 사람의 얼굴이라고 인식한다. 만약, 파란색 박스 영역이 아닌 다른 위치에 사람이 존재하면 얼굴 영역만 인식할 뿐, 주요 얼굴 부위를 인식하지 않으므로 사용자의 얼굴 인식 과정에 영향을 주지 않는다. 잘못된 인식이나 악의적인 행위를 방지하기 위해, 인식 완료 후 10초 이상 사용자의 움직임이 없다면 인식 정보를 초기화하여 초기 화면으로 복귀하게 된다.

Fig. 5는 사용자의 손 영역 인식 장면을 보여주고 있다. 사용자는 디지털 사이니지 제어를 위해 손을 자신의 몸보다 앞으로 내밀어야 하며, 이 때 손이 카메라 영상에서 가장 크게 검출되는 영역이므로 올바르게 손 영역을 인식할 수 있다.

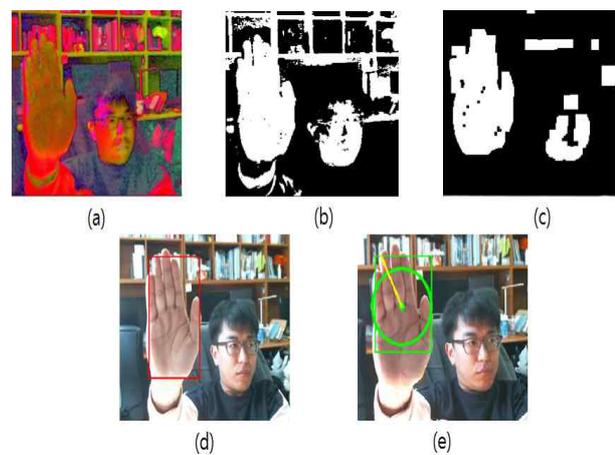


Fig. 5 Hand Area Recognition Result

(a)는 입력 영상에서 HSV 컬러 모델로 변환된 화면이며, 피부색 범위에 유사한 색상은 녹색으로, 그렇지 않은 영역은 빨간색으로 나타난다. (b)는 피부색 영역에 맞게끔 이진화한 결과로 (a) 결과에서 녹색으로 표시된 영역이 하얀 색으로 나타나는 것을 확인할 수 있다. (c)는 손 영역을 검출하기 위해 모폴로지 기법의 열림 연산을 통해 영상의 노이즈와 손 영역이 아닌 일부 영역을 최소화한 결과이다. (d)는 손 후보 영역을 검출하는 화면으로 사용자는 손을 앞으로 뻗으면, 빨간색 박스가 생기는데 이는 디지털 사이니지 콘텐츠를 제어할 가능성이 있는 손 후보 영역임을 나타내는 것이다. (e)는 손 영역을 인식한 결과 화면이다. 손 후보 영역에서 가장 크고, 설정된 픽셀값을 만족하는 영역인 손 영역을 나타내는 빨간색 박스가 녹색 박스(d->e)로 바뀌면서 손 영역으로 인식한다.

손 영역 인식의 경우도 잘못된 인식이나 악의적인 행위를 방지하기 위해, 손 영역의 움직임이 10초 동안 없거나 손을 카메라 영상 밖으로 옮기면 초기 화면으로 복귀한다.

앞서 언급했듯이, 사용자의 손은 디지털 사이니지 제어를 위해 앞으로 내밀 때 카메라 영상에

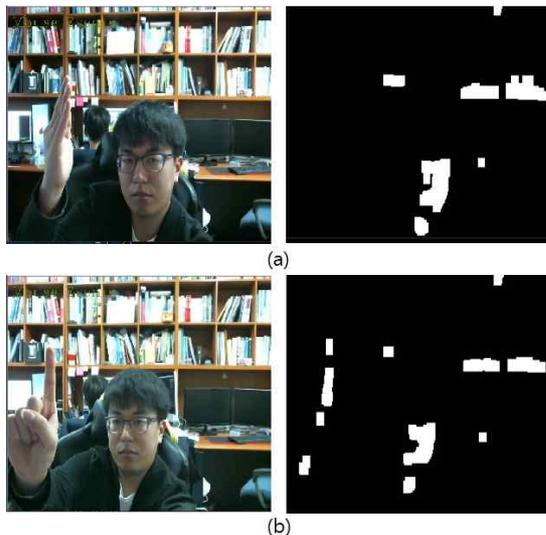


Fig. 6 Hand recognition results for various hand movements

서 가장 크게 검출되는 영역이다. 그러나 이외의 손 모양에 대해서 Fig 6과 같이 손 전체를 펼친 모습이 아닌 다른 손동작을 취했을 때의 손 인식 결과를 실험하였다.

위 Fig 6에서 보이는 바와 같이 콘텐츠 제어를 위해 명확히 검출되는 영역의 판단이 어려우나, 이는 여러 사용자가 카메라 영역에 인식되는 모든 경우를 판단할 필요가 없으므로 인식 대상으로 고려하지 않아도 시스템 성능에 영향을 미치지 않는다고 할 수 있다.

제안하는 시스템은 사용자가 손을 뻗었을 때 카메라에 가장 영역임을 이용하므로 올바른 손 영역 인식을 위해 검출 범위를 지정해야 한다. 다수의 실험자를 대상으로 레이블링할 최소 픽셀 수와 영역 크기에 변화를 주었을 때 디지털 사이니지 콘텐츠를 제어하는 손 인식률의 변화를 확인하기 위한 실험을 하였으며 실험 결과는 Table 1과 같다.

Table. 1 Hand area recognition rate for pixel value changes

Pixel range for Hand area Recognition	Hand area Size (pixel × pixel)	Hand area Recognition Rate
9000	64400	24%
	120000	47%
	168000	60%
	180000	62%
11000	64400	35%
	120000	73%
	168000	86%
	180000	86%
12000	64400	34%
	120000	80%
	168000	92%
	180000	92%
13000	64400	35%
	120000	80%
	168000	89%
	180000	88%

레이블링할 최소 픽셀 수와 손 영역 크기가 작

으면 카메라 영상 내에 발생하는 노이즈로 인해 오인식이 발생하는 경우가 생겨 인식률이 낮은 결과를 보였다. 반대로, 값이 너무 높으면 노이즈는 줄어들지만 가로 픽셀과 세로 픽셀의 곱으로 얻은 손 영역 크기를 만족하는 객체가 검출되지 않아 성능이 떨어지는 결과가 있었다. 효과적으로 노이즈를 줄이고 알맞은 손 영역 크기값으로 손 인식률을 높이는 값을 찾아야한다. 실험 결과를 분석하면 레이블링 최소 픽셀 수가 12000이고, 손 영역 크기가 168000일 때 가장 좋은 성능을 보였다. 180000일 때도 유사한 성능을 보였으나 앞서 언급했듯이 크기를 만족하는 객체를 찾지 못할 경우가 있으므로 제안하는 시스템에서는 손 영역 크기를 160000으로 사용한다.

사용자 얼굴 인식과 손 영역 인식 기능을 이용하여 디지털 사이니지 콘텐츠를 제어하는 프로토타입을 제작하여 성능 테스트를 한다. Fig. 7은 디지털 사이니지의 콘텐츠를 제어하는 모습으로, (a)는 디스플레이 장치의 초기 화면에 사용자가 원하는 콘텐츠를 선택하는 모습이다. 카메라 영역에 존재하는 사용자의 얼굴과 손 움직임을 인식하여 디스플레이 장치의 마우스를 원하는 대로 제어하여 조회하고자 하는 콘텐츠로 마우스 커서를 옮긴다. (b)는 선택된 콘텐츠의 정보를 조회하는 모습으로 골프에 대한 콘텐츠를 선택한 후,

골프 여행지에 대한 위치나 경비에 대한 정보를 조회할 수 있다. 정확도와 처리속도가 빠른 프레임 수를 찾기 위해 실험한 결과 5 프레임으로 설정한 경우가 가장 정확도와 속도가 빠른 것으로 측정되었으며, 제안하는 시스템에서는 5 프레임을 통해 손 영역의 평균 픽셀값을 계산한다.



Fig. 7 Digital Signage Content Control

이와 같은 디지털 사이니지 시스템에 제안한 시스템을 적용하여 실험한 결과 사용자의 얼굴과 손 영역을 정확하게 인식하였으며, 간단한 움직임만으로 쉽게 디지털 사이니지 콘텐츠를 제어할 수 있다. 또한 기존 연구에 대한 제안한 기술의 우수성을 보이기 위한 비교 분석 결과는 Table 2와 같다.

Table. 2 Comparison between the previous research and our proposed research

	Leap motion	Kinect	MYO	Proposed System
Hand Recognition	possible	possible	possible	possible
Face Recognition	x	possible	x	possible
Camera Type	IR Camera, RGB Camera	IR Camera, RGB Camera	x	RGB Camera
Advantage	Fast recognition High resolution	Works smoothly	High freedom Unlimited distance	Low cost Fast recognition speed
Disadvantage	Short recognition distance	Difficult to use in external environment	Equipment required	Strong sunlight
Application	PC control	Motion recognition game	Device control	Control system

Table 2에 따르면 Leap Motion이나 MYO는 짧은 인식거리나 장비착용 등의 문제가 존재한다. 따라서 제안하는 시스템과 Kinect를 비교한다. 둘의 성능은 비슷하나 디바이스 자체의 부피나 가격에서 큰 차이가 나며, 무엇보다 키넥트(Kinect)는 실내외 공간에 여러 제약이 따른다.

제안한 시스템은 동작 인식이 최소 60ms 이상인 키넥트와 다르게, 사용자의 손 움직임에 대해 빠른 처리 속도를 보여 관절 정보나 거리 정보를 이용하지 않고도 자연스러운 인터랙션 시스템의 성능을 보인다.

5. 결 론

본 논문에서는 디지털 사이니지 디스플레이의 영상 카메라를 사용하여 콘텐츠 제어 의도를 가진 사용자 얼굴과 손동작을 인식하여 광고 콘텐츠를 제어하는 시스템을 제안하였다. 복잡한 배경이 존재하는 영상에서 사용자의 손동작을 인식하고 디지털 콘텐츠와의 인터랙션이 가능한 시스템을 구현하였다.

제안하는 시스템은 많은 기능을 위해 다양한 제어 동작을 인지하지 않아도 일상의 손동작을 통해서 디지털 사이니지 매체와 인터랙션하도록 함으로써, 높은 사용 접근성을 제공할 수 있다. 앞으로 기계 학습을 이용하여 인식률이나 처리속도를 보다 높여 연속적인 제스처를 자연스럽게 인식하고 표현하기 위한 연구를 목표로 두고 있다. 또한 여러 손동작을 인식하는 인터페이스로 확장하기 위해서 콘텐츠의 선택과 제어 사항에 대한 심층적인 연구를 진행할 예정이다.

References

- [1] Kim, B. J., "The Recent Technology and Standardization Status and Future Vitalizations for Digital Signage," Journal of the KIECS, Vol. 11, No. 6, pp. 545-552, 2016.
- [2] Yoo, S. C. and Min, J. W., "The State and Trend of Digital Signage Research in Korea," The Journal of the Korea Contents Association, Vol. 16, No. 10, pp. 745 - 757, 2016.
- [3] Kang, S. K., Hyun, W., Kim, S. H. and Huh, M. Y., "Standardization Trend of Digital Signage," Information & Communications Magazine, Vol. 30, No. 8, pp. 76-82, 2013.
- [4] Chae, S. H., "Current Status and Prospect of Digital Signage Based Content Industry," Kocca Focus, Vol. 6, No. 54, pp. 1-22, 2012. https://www.kocca.kr/knowledge/publication/focus/_icsFiles/afieldfile/2012/06/21/WacVcTyH2fFT.pdf
- [5] Hong, J. B., "Study on Activation of Digital Signage," Trends and Prospects: Korea Communications Agency, Vol. 76, pp. 5-36, 2014.
- [6] Yun, C. O., Choi, Y. S. and Yun, T. S., "Development of Smart Contents Platform for providing Digital Signage Environment," Journal of the Korea Industrial Information Systems Research, Vol. 20, No. 2, pp. 25-37, 2015.
- [7] Kim, J. Y., Lee, Y. K., Beak, W. J. and An, B. K., "Implementation of Untouched Interactive Digital Signage Control using Kinect," The Journal of The Institute of Internet Broadcasting and Communication, Vol. 14, No. 4, pp.127-132, 2014.
- [8] Ro, K. H. and Lee, S. K., "A Research on Context-aware Digital Signage using a Kinect," The Journal of the Institute of Internet Broadcasting and Communication, Vol. 14, No.1, pp. 265-273, 2014.
- [9] Kim, J.J, Shin, S.J, and Ryu, I, "The Effect of User Perceived-Value on Intention to Use for Mobile Application Service," The Journal of Internet Electronic Commerce Research, Vol.13, No.3, pp.229~255, 2013.

- [10] Bae, J. K., "The Structural Relationships among Innovation Characteristics, Consumer Characteristics, Innovation Resistance, and Intention to Acceptance of Wearable Device Customers: Based on Innovation Resistance Model and Theory of Perceived Risk," *The Journal of Information Systems*, Vol. 25, No. 4, pp. 87-104, 2016.
- [11] Lee, D. Y., Shin, D. K. and Shin, D. G., "A Finger Counting Method for Gesture Recognition," *Journal of Internet Computing and Services*, Vol. 17, No.2, pp. 29-37, 2016.
- [12] Mitra, S. and Acharya, T., "Gesture Recognition: A Survey," *IEEE Trans. on Systems, Man, and Cybernetics*, Vol. 37, No. 3, pp. 311-324, 2007.
- [13] Kim, C. G. and Song, B. S., "Development of Home Training System with Self-Controlled Feedback for Stroke Patients," *Journal of the Korea Industrial Information Systems Research*, Vol. 18, No. 1, pp. 37-45, 2013.
- [14] Park, D. G. and Jeong, J. S., "Guitar Rhythm Game Using Motion Capture," *Journal of the Korea Institute of Information and Communication Engineering*, Vol. 17, No. 5, pp. 1106-1112, 2013.
- [15] Koo, B.C., Kim, J. H. and Cho, J. D., "Gesture Based Interface for Learning Environment by Using Leap Motion," *Conference on the HCI Society of Korea*, pp. 209-214, 2014.
- [16] Nasrollahi, K. and Moeslund, T., "Haar-like Features for Robust Real-time Face Recognition," *IEEE International Conference on Image Processing (ICIP)*, pp. 3073 - 3077, 2013.
- [17] Kim, J. W., Jung, K. B., Jeong, S. D. and Choi B. U., "Visual Touchless User Interface for Window Manipulation," *Journal of Korean Institute of Information Scientists and Engineers (KIISE) : Software and Applications* Vol. 36, No. 6, pp. 471-478, 2009.
- [18] Lee, D. W., Kim, S. D., Lee, D. S. and Yoo, J. S., "Hand Recognition Algorithm with Real-Time for Control of Mouse Pointer", *Proceedings of the Korean Institute of Broadcast and Media Engineers*, pp. 211-214, 2008.
- [19] Shin, K. G. and Rhee K. H., "Palmprint Identification Algorithm Using Hu Invariant Moments," *Journal of the Institute of Electronics Engineers of Korea*, Vol. 42, No. 2, pp. 31-38, 2005.
- [20] Liu, Y., Yin, Y. and Zhang, S., "Hand Gesture Recognition Based on HU Moments in Interaction of Virtual Reality," *International Conference on Intelligent Human-Machine Systems and Cybernetics (IHMSC)*, Vol. 1, pp. 145-148, 2012.



이 정 운 (Lee Jung-Wun)

- 정회원
- 2016년 2월 : 대구대학교 정보통신공학부 학사
- 2016년 3월 ~ 현재 : 대구대학교 정보통신공학과 석사과정
- 관심분야 : 영상 인식, Machine Running, 응용 소프트웨어



차 경 애 (Cha Kyung-Ae)

- 종신회원
- 2003년 : 경북대학교 컴퓨터과 학과 이학박사
- 2005년 3월 ~ 현재 : 대구대학교 정보통신공학부 교수
- 관심분야 : 멀티미디어시스템, 스마트 콘텐츠, HCI



류 정 탁 (Ryu Jeong-Tak)

- 종신회원
- 1999년 : 오사카대학교 전자공학과 공학박사
- 2000년 3월 ~ 현재 : 대구대학교 전자전기공학부 교수
- 관심분야 : 나노 및 센서