

<https://doi.org/10.7236/IIBC.2018.18.1.23>

IIBC 2018-1-4

# 멀티터치 기술과 영상인식 기술 기반의 스마트 팩토리 플랫폼

## Smart Factory Platform based on Multi-Touch and Image Recognition Technologies

홍요훈\*, 송승준\*\*, 장광문\*\*, 노정규\*\*\*

Yo-Hoon Hong\*, Seung-June Song\*\*, Kwang-Mun Jang\*\*, Jungkyu Rho\*\*\*

**요약** 본 연구에서는 팩토리 작업장에 설치된 여러 종류의 멀티터치 기술 기반 센서로부터 수집된 이벤트와 데이터를 제곱함으로써 작업장의 상태 감시와 이벤트 관리를 용이하게 할 수 있는 플랫폼을 개발하였다. 영상인식 기술을 활용하여 팩토리 작업장 내 사람들의 얼굴을 인식하여 작업자별 맞춤형 콘텐츠를 제공하며, 얼굴인식을 통한 개별 작업자 인증으로 콘텐츠 보안을 강화하도록 하였다. 제스처 인식을 통한 콘텐츠 제어 기능을 구축하여 작업자가 간단하게 문서를 검색할 수 있도록 하였고, 모바일 장치에서도 얼굴인식 기능을 구현하여 작업자를 위한 콘텐츠 제공이 가능하게 하였다. 본 연구의 결과를 작업장 안전, 콘텐츠 보안, 작업자 편의 등을 향상시키는데 이용할 수 있으며 향후 스마트 팩토리 구축을 위한 기반기술로 활용할 수 있다.

**Abstract** In this work, we developed a platform that can monitor status and manage events of factory workplaces by providing events and data collected from various types of multi-touch technology based sensors installed in the workplace. By using the image recognition technology, faces of the people in the factory workplace are recognized and the customized contents for each worker are provided, and security of contents is enhanced by the authenticating an individual worker through face recognition. Contents control function through gesture recognition is constructed, so that workers can easily search documents. Also, it is possible to provide contents for workers by implementing face recognition function in mobile devices. The result of this work can be used to improve workplace safety, convenience of workers, contents security and can be utilized as a base technology for future smart factory construction.

**Key Words** : Multi-touch, Image Recognition, Gesture Recognition, IoT, MES

### 1. 서론

선진화된 스마트 팩토리 구축을 위하여 작업장의 안전 및 보안 강화가 필요하며 효율적으로 작업을 관리할 수 있는 환경이 제공되어야 한다. 본 연구에서는 멀티터

치 기술과 영상인식 기술을 기반으로 중소기업에서 스마트 팩토리 구축을 위해 활용할 수 있는 플랫폼을 설계하고 구축하였다. 플랫폼의 팩토리 환경을 작업장과 관리실로 구분하였는데, 작업장에는 다수의 작업자, 각종 환경 센서와 이미지 센서, 작업내용 표출 디스플레이, 열

\*정회원 세종인스트루먼트, \*\*정회원, 대한인스트루먼트,

\*\*\*정회원, 서경대학교

접수일자: 2018년 1월 16일, 수정완료: 2018년 2월 5일

게재확정일자: 2018년 2월 9일

Received: 16 January, 2018 / Revised: 5 February, 2018

Accepted: 9 February, 2018

\*\*\*Corresponding Author: jkrho@skuniv.ac.kr

Dept. of Computer Science, Seokyeong University, Korea

굴인식 및 제스처 인식용 카메라와 제어기, 작업자의 모바일 기기 등이 배치된다. 팩토리 관리실에는 환경 및 이미지 센서 제어박스과 사용자 인터페이스용 소프트웨어, 통신기기, 모니터링 디스플레이, 제스처 인식용 카메라, 관리 서버, 데이터베이스 서버 등이 배치된다. 그림 1에 스마트 팩토리 플랫폼을 개략적으로 나타내었다.

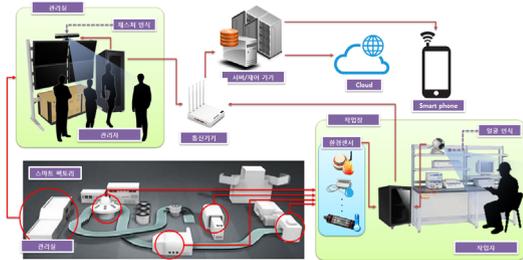


그림 1. 멀티터치와 영상인식을 활용하는 스마트 팩토리 플랫폼  
Fig. 1. Smart factory platform using multi-touch and image recognition

## II. 관련 연구

### 1. 플로팅 터치

일본의 소니사에서는 비접촉으로 약 1~2cm 거리를 두고 터치와 같은 기능을 하는 기능의 플로팅 터치 (floating touch) 방식을 개발하였다. 패널을 보호하고 오염물에 대한 방지가 가능하나, 아직까지는 대화화가 어렵고 다중 터치 구현이 어려운 실정이다<sup>[2]</sup>.

### 2. 영상인식 기술

제스처 인식, 얼굴인식, 시선인식 등의 세 가지 정도로 구분하며, 제스처 인식 기술은 손, 팔, 다리 등의 신체부위를 이용하여 데이터의 입력을 가하는 보편적인 인터페이스를 제공한다. 얼굴인식 기술은 얼굴을 식별하고 속성, 감정 등을 인식하여 적절한 인터페이스를 제공해줌으로써 차별화되고 개인화된 사용자 경험이 가능하게 해준다. 시선인식 기술은 기존에는 거동이 불편한 사람들의 마우스와 같은 역할로 이용되었으나, 최근에는 마케팅 측면에서 사람들의 시선이 머무는 위치를 측정하거나 3차원 입체디스플레이 및 홀로그램 등의 기술을 구현하기 위한 사용자 인터페이스 기술로 이용된다. 얼굴인식과 제스처 인식 등은 활발한 연구가 이루어지고 있다<sup>[3][4]</sup>.

## III. 멀티터치 센서 플랫폼

현대의 생산 및 작업 시설에서는 수많은 전자 장비 및 화학 장비 등의 사용으로 다양한 변수에 의해 촉발되는 돌발적 안전사고상황에 대한 대비가 필수적이다. 이에 본 연구에서는 작업장 내 센서 별 이벤트 기반 터치 알람 (touch alarm) 및 제어기능과 이미지 센서를 이용한 작업장 내 영상 취득 및 전송기술을 개발하고 화재, 침수, 야간 침입자 발생, 이상 전압, 이상 온도 등의 돌발 상황 발생을 관리하기 용이하도록 리모트 터치 알람을 통해 대비할 수 있는 센서 플랫폼을 구축하였다.

팩토리 환경에서 발생할 수 있는 다양한 상황을 대비하여 작업장 관리를 용이하게 하고 안전성을 높이기 위하여 적용 가능한 센서의 종류는 다음과 같은 것이 있다.

- 위치, 차원(Position, Dimension) 센서
- 메카니컬, 다이내믹(mechanical, dynamical) 센서
- 압력, 밀도, 부피(pressure, density, volume) 센서
- 플로우 및 레벨(flow & level) 센서
- 화학 및 환경(chemical & environment) 센서
- 전기 및 자기(electrical & magnetic) 센서
- 비전, 이미지, 식별(vision, image, identification) 센서
- 광 및 방사선(optical & radiation) 센서
- 바이오(biological) 센서
- 음향 및 초음파(acoustic & ultrasound) 센서

본 연구에서는 작업장을 구역 별로 분할하여 센서를 배치하여 작업장 내 상황, 작업자의 상태를 관리할 수 있게 하였다. 센서가 임계치 이상의 값을 감지하였을 때 RCU를 통해 사용자에게 알람을 전달하며 구역별 사용자 인터페이스 구성으로 관리자가 각 구역의 상황을 인식하기 용이하도록 하였다. 센서의 통합 관리를 위하여 그림 2와 같은 리모트 터치 알람 셋탑박스를 구성하였으며 Autobase와 LabView를 이용하여 그림 3과 같이 직관적이고 편리한 사용자 인터페이스를 구현하였다.



그림 2. 리모트 터치 알람 제어 셋탑 박스  
Fig. 2. Remote touch alarm control Set-Top Box



그림 3. 리모트 터치 알람 제어 프로그램 사용자 인터페이스  
 Fig. 3. User interface of remote touch alarm control program



그림 4. 리모트 터치 알람 제어 프로그램의 센서 상태 표시  
 Fig. 4. Sensor state display of remote touch alarm control program

그림 4와 같이 각 센서들은 정상시에 감지 값을 RCU를 통하여 지속적으로 사용자 인터페이스에 송신한다. 특정 센서가 임계치 이상의 값을 수신하였을 때를 돌발 이벤트로 설정할 수 있으며, 돌발 이벤트 발생 시 사용자 인터페이스로 알람을 전달하여 작업장 사고를 미연에 예방하도록 한다.

작업장에 설치된 센서들이 임계치 이상의 값을 감지한 경우 해당 센서의 종류를 확인하여 RCU에 경고 알람 메시지를 송신한다. 경고 알람 메시지는 RCU를 통하여 사용자 인터페이스로 전달되는데 사용자에게서 확인 또는 종료 메시지를 수신하였을 시 알람을 종료하고 다시 감지에 돌입하며 미 수신 시 지속적으로 경고 알람 메시지를 송신한다. 그림 5는 비상 이벤트 감지 시 사용자 인터페이스에 표시되는 예이다.

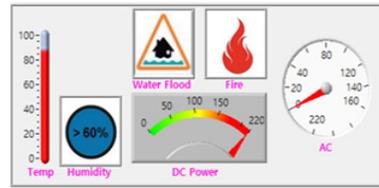


그림 5. 비상 이벤트 감지 시 사용자 인터페이스 표시 예  
 Fig. 5. Example of user interface display when an emergency event is detected

#### IV. 영상인식 플랫폼

본 연구에서는 영상인식 기술을 이용하여 팩토리 작업장 내에서 등록된 작업자를 식별하여 해당 작업자를 위한 콘텐츠(작업지시서 등)를 제공하고 키보드, 마우스 등의 입력장치 없이 스크린 터치 또는 제스처 인식으로 콘텐츠 표출을 제어할 수 있는 플랫폼을 설계, 구현하였다. 영상인식 플랫폼의 기본 H/W는 그림 6과 같이 터치 스크린, 얼굴인식용 카메라, Kinect 센서, 제어박스(터치 스크린 후면에 설치) 등으로 구성된다. 영상인식 플랫폼은 시스템에 등록된 작업자를 식별하고 인증하기 위한 얼굴인식 기능과 표출된 콘텐츠 제어를 위한 스크린 터치 및 제스처 인터랙션 기능을 제공한다.

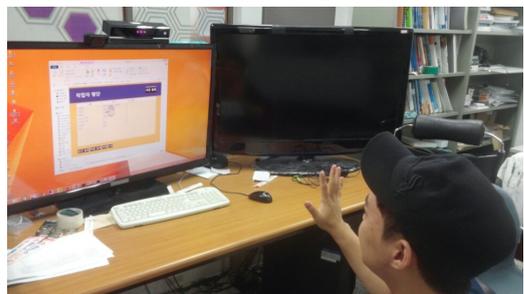


그림 6. 영상인식 플랫폼의 H/W 구성요소  
 Fig. 6. H/W components of image recognition platform

얼굴인식 기능은 팩토리 작업장의 카메라에서 입력된 프레임에서 사람의 얼굴을 검출하고 식별한다. 얼굴을 검출하기 위하여 미리 학습시켜둔 얼굴 데이터를 이용하는데, 이 단계에서는 대상이 사람의 얼굴인지만 판단하고 추적한다.

팩토리 환경에서 작업자는 일반적으로 작업에 집중하므로 카메라를 정면으로 보지 않고 측면을 보거나 얼굴을 기울이고 있는 경우가 많아 얼굴을 검출하기 어려운



제스처 인식을 위해 사용되는 Kinect 센서는 인체의 관절로 구분해서 데이터를 제공하는데, 머리, 어깨, 팔꿈치, 손목, 무릎 등 총 20개의 요소로 구성된다. 본 연구에서는 손을 이용한 제스처만 구현하였는데 다른 부위의 제스처로 간단하게 확장이 가능하다. 손 동작은 빠르고 변화가 큰 표현이 가능하여 제스처 인식이 쉽지 않으며 다양한 연구가 이루어지고 있다<sup>[4][5][6]</sup>. 본 연구에서는 시간에 따른 손의 위치를 큐에 저장하여 제스처 식별에 사용하는데, 미리 학습시킨 제스처 데이터와 비교하여 해당 제스처인지 판별한다. 팩토리 작업장에서 실용적으로 사용되기 위해서는 평상시의 움직임인지 제스처인지 판별하는 것이 중요한데, 본 연구에서는 50~100개 정도의 프레임 데이터를 사용하여 제스처를 인식한다.

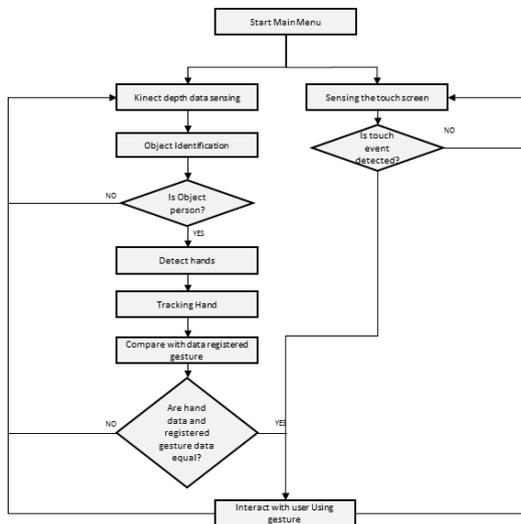


그림 10. 터치스크린과 핸드 제스처를 이용한 인터랙션  
 Fig. 10. Interaction using a touch screen and hand gestures

팩토리 작업장 환경은 작업자 외 여러 사람이 동시에 있을 가능성이 높으며 작업자 주변에도 다른 사람이 있는 경우를 고려한다. 따라서 얼굴인식, 작업자 식별, 제스처 인식 등 일련의 과정에서 1인 한정 처리가 필요하다. 1인 한정이란 여러 사람이 있을 때 카메라나 작업대 등 특정 위치에 가장 가까운 사람을 선택하고 선택된 사람에 한하여 서비스를 제공하는 것이다. 여러 사람이 작업대 부근에 있을 경우 가장 가까운 작업자의 얼굴을 검출하여 식별한 후 제어권을 부여하며, 다른 사람이 가까이 오더라도 제어권을 받은 작업자의 얼굴과 제스처만 추적

한다. 제어권을 받은 작업자가 작업을 마치거나 휴식을 위해 지정된 장소를 벗어날 경우 초기화되며, 다시 화면에서 가장 가까운 사람을 찾아 작업자를 인식 과정부터 시작하는데 표 1의 모듈과 그림 7의 로직을 사용한다.



그림 11. 1인으로 한정된 얼굴 검출 예  
 Fig. 11. Example of face detection limited to one person

Kinect 센서는 한 프레임 안에 최대 6명까지의 동작을 추적할 수 있는데 여러 사람을 추적할 경우 제스처 인식에 혼란을 야기할 수 있기 때문에 제어권을 받은 대상만 추적하도록 구현하였다.

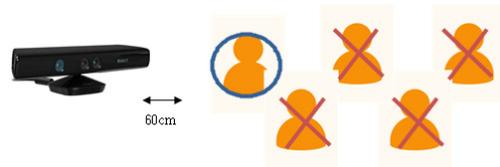


그림 12. Kinect를 이용한 1인 한정 제스처 인식  
 Fig. 12. Gesture recognition limited to one person using Kinect

## V. 결 론

본 연구에서는 스마트 팩토리 구축을 용이하게 해 주는 멀티터치 및 영상인식 기반 인터랙션 S/W 플랫폼을 구축하였다. 작업장 내의 리모트 터치 및 센서, 영상 정보의 디스플레이 표출을 위한 통합관제 제어 서버를 개발하였으며, 유무선 네트워크 기반 센서, 영상 정보 취득 및 전송 기술을 개발하고, 작업장 내 센서 기반 터치 알람 제어 및 통신 플랫폼을 구축하였다. 스마트 팩토리 작업장 내의 사용자 얼굴인식 및 공정정보 관리 기술 개발을 위하여 여러 사람의 동작하는 환경을 고려하여 1인 한정 알고리즘을 개발하였으며, 작업자의 편의를 위하여 제스처 인식 기능을 구현하였다. 얼굴인식과 작업자 식별 및

인증을 통한 작업지시서 제공 기능은 고정형 디스플레이 뿐만 아니라 모바일 디바이스에서도 가능하다. 이 플랫폼을 활용하여 팩토리 작업 환경을 선진화하고 작업장 안전, 콘텐츠 보안, 작업자의 편의 등을 향상시킬 수 있으며 향후 스마트 팩토리를 구축을 위한 기반기술로 사용할 수 있다.

## References

- [1] S. J. Song, Y. H. Hong, Y. H. Han, J. S. Lee, and B. K. Lee, Dynamic contents collaboration system and method on cloud through clustering and de-clustering, Korea Patent Application 10-2016-0153765, Nov. 2016.
- [2] <https://developer.sonymobile.com/knowledge-base/technologies/floating-touch/>
- [3] A. Wagner, J. Wright, A. Ganesh, Z. Zhou, H. Mobahi, and Y. Ma, "Toward a Practical Face Recognition System: Robust Alignment and Illumination by Sparse Representation," *IEEE Trans. on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, 34(2), pp. 372-386, Feb. 2012.
- [4] M. S. Jang and W. B. Lee, "Implementation of Hand-Gesture Interface to manipulate a 3D Object of Augmented Reality," *The Journal of the Institute of Internet, Broadcasting and Communication*, 16(4), pp. 117-123, Aug. 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.7236/JIIBC.2016.16.4.117>
- [5] D. H. Kim, A Study on the Gesture Spotting and Recognition from 3D Hand Motion, MS Thesis, Seoul National University, Seoul, Korea, Aug. 2012.
- [6] D. Y. Kwon, "A Framework for 3D Hand Gesture Design and Modeling," *Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society*, 14(10), pp. 5169-5175, Oct. 2013. DOI: <https://doi.org/10.5762/KAIS.2013.14.10.5169>
- [7] [https://github.com/hrastnik/face\\_detect\\_n\\_track](https://github.com/hrastnik/face_detect_n_track)
- [8] <https://developer.microsoft.com/en-us/windows/kinect>

## 저자 소개

### 홍요훈(정회원)



- 2012년: 숭실대학교 컴퓨터공학과 박사
- 1995년: 서강대학교 컴퓨터공학과 석사
- 1991년: 카이스트 경영대학원
- 1985년: 한국전자통신연구원 선임연구원
- 2018년: 팬즈컴즈 CTO

### 송승준(정회원)



- 1996년: 연세대학교 학사
- 1995년: 세창인스트루먼트/대한인스트루먼트 CEO

### 장광문(정회원)



- 1976년: 인하대학교 기계과 졸업
- 1980년: 현대중공업
- 1999년~: 한라중공업
- 2006년~: MG택크
- 2011년~: 대한인스트루먼트

### 노정규(정회원)



- 1991년: 서울대학교 계산통계학과 학사
- 1993년: 서울대학교 전산학과 석사
- 1999년: 서울대학교 전산학과 박사
- 1999년~2002년: 삼성전자 통신연구소 책임연구원
- 2002년~현재: 서경대학교 컴퓨터과 학과 부교수

※ 이 논문은 중소벤처기업부 융복합기술개발사업(S2274464) 지원으로 수행된 연구결과임.