

모션인식을 이용한 사용자 편의 중심의 스마트팩토리 시스템 구현

박준형, 이규진*
세명대학교 전자공학과

Realization of user-centered smart factory system using motion recognition

Jun-Hyung Park, Kyu-Jin Lee*

Department of Electronic Engineering, Semyung University

요약 정보통신의 급격한 발전으로 인해 우리는 정보화 사회의 스마트시대에 살고 있다. ICT(정보통신기술)가 융합된 스마트 팩토리는 대표적인 4차 산업혁명 시대의 기술로 주목받고 있다. 공장은 물류, 제조 및 유통 등 인간의 생산활동에 많은 부분을 차지한다. 이렇게 공장은 정보화 사회에 들어서면서 자동화에 있어서 많은 발전을 이루어왔다. 본 논문에서는 Kinect를 활용해 모션을 통한 공장의 편의시스템 구현에 대하여 연구하였다. Kinect는 사용자의 행동(Motion)을 촬영하고 영상의 정보를 통해 시스템을 제어하기 때문에 사용자에게 여러 가지 편의를 제공한다. 이 연구를 통해 영상처리로 스마트 팩토리를 구현하도록 했고 공장에서 일하는 사람들의 여러 가지 편의를 제공함으로써 생산의 능률에 영향을 줄 수 있을 것으로 기대 된다.

키워드 : 4차 산업혁명, 스마트 팩토리, 키넥트, 행동인식, 영상처리, 편의시스템

Abstract Due to the rapid development of information and communication, we live in the smart age of information society. Smart Factory, which integrates Information and communication technology, is being hailed as the technology of the 4th industrial revolution. As a result of entering the information society, the factory has made a lot of progress in automation. In this thesis, we used kinetization to research and implement the leisure system of the factory through motion. Kinect provides users with various convenience because they can take advantage of the user's actions and control the system through information. This study is expected to produce a smart factory with video processing, and it is expected to affect the efficiency of the production by providing various conveniences for people working in factories.

Key Words : 4th Industrial revolution, Smart factory, Kinect, Motion recognition, Image processing, Expedient system

1. 서론

1.1 제작배경

IoT(사물인터넷), 빅데이터, AI(인공지능) 등 첨단 ICT(정보통신기술)를 전반으로 혁신적인 변화가 나타나

는 4차 산업혁명의 시대가 시작되었다. 생산제조 기술에 ICT가 융합된 스마트 팩토리는 4차 산업혁명 시대의 대표적인 기술로 주목받고 있다[1]. 스마트 팩토리는 사물인터넷(IoT)을 통해 기계간 상호소통 체계를 구축하고 전체 생산과정을 최적화한 것을 의미한다. 이 기반의 사

이버 물리 시스템으로 제조 장비와 물류 시스템들이 인 간의 개입 없이 폭넓게 자율적으로 조절된다[2]. 독일, 미국, 일본을 중심으로 전기, 전자, 자동차, 기계 등 다양한 업종의 기업들이 스마트 팩토리 건립을 추진하고 있다 [3]. 최근 해외에서는 정부 정책 지원에 힘입어 대기업 뿐 아니라 중견, 중소기업들의 참여 역시 두드러지게 나타나고 있다. 우리나라의 경우 ‘제조업 강국’이라는 용어가 무색할 정도로 국내 스마트 팩토리 점유율은 미미한 실정이다. 특히 스마트 팩토리의 기초기술인 하드웨어, 소프트웨어 분야 주요 기술의 경쟁력이 선진국의 70% 미만 수준인 것으로 나타난다[2]. 제조업 경쟁력 회복의 대안으로 부상하고 있는 스마트 팩토리가 새로운 미래 산업으로 각광받고 있는 지금 우리나라에 있어 중요한 이유는 ‘제조업의 위기’가 본격화 되고 있다는 진단 때문이다[3]. 전통적인 제조 강국인 중국, 독일, 일본에 뒤처지 않기 위해서는 새로운 제조업 경쟁력 강화방안을 마련하고 개발해야 한다고 생각했기에 스마트 팩토리에 대한 연구를 진행했다[4]. 본 연구는 공장자동화의 초점을 기계들 간의 소통이 아닌 사람과 공장의 소통에 두어 공장내부의 동작인식을 통한 편의시스템을 목적으로 한다. 편의시스템은 Kinect를 이용하여 사람의 행동(Motion)을 지속적으로 포착하며 사용자의 상태를 모니터링하거나 영상의 데이터를 보내서 행동에 맞는 시스템을 제어한다 [5]. 공장의 내부를 사람의 간단한 손동작이나 특정자세의 입력으로 독립되어있는 시스템을 제어하도록 구축하기 때문에 사용자의 편리성 향상을 꾀하는 시스템이다. 이 논문은 서론에 이어 2장은 동작인식을 활용한 공장내부의 제어와 그 시스템의 설계를 하고, 3장에서는 2장의 설계를 기반으로 사용자 중심의 편의시스템을 구현한다. 4장은 구현된 스마트 팩토리 시스템의 결론과 추후과제가 있다.

2. 관련연구

2.1 시스템 구성도

Fig. 1은 전체적인 시스템 개념도이다. Kinect는 사용자를 항상 촬영하고 있어 항상 모니터링이 가능하며 특정한 행동을 포착했을 때 행동을 분석하고 그 데이터를 기반으로 편의시스템을 제어한다.

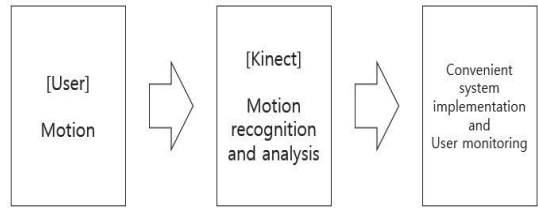


Fig. 1. The concept of system

2.2 영상처리

사용자의 동작인식에 사용한 것은 Kinect를 사용하였다. Kinect를 구동하기 위해서 미디어아트에 사용되는 Processing프로그램의 Kinect4WinSDK library를 사용했다[6-7]. Kinect는 컨트롤러를 사용하지 않고 센서 앞에 다가서기만 하면 사용자를 인식하고 동작에 반응하는 기기로써 RGB카메라로 촬영 되는 영상과 그 영상에서 검출된 사용자의 골격을 나타내는 영상정보로 사용자의 움직임을 추적한다[8]. Fig. 2는 사용자의 모습을 촬영하다가 특정행동을 했을 때 의 사진이다. 영상에 대한 정보를 넘겨주고 그 정보를 기반으로 제어를 실시한다.



Fig. 2. Depth image and Skeleton Data extraction

2.3 제어

본 연구에서의 제어는 사용자 동작의 인식으로 이루어진다. 동작의 초점은 양손으로 두었다. Kinect는 촬영되고 있는 사용자의 양손에 포인트를 두고 좌표를 읽는 중에 특정 좌표에 도달하면 양손의 좌표에 대한 데이터 정보를 Serial통신으로 MCU(Arduino)로 보내고 데이터를 기반으로 시스템을 제어한다[9]. Kinect가 촬영하는 화면의 크기는 640x480이다. 즉, x축으로 0~640, y축으로 0~480까지의 좌표를 얻을 수 있다. 왼쪽 상단부터

(0,0)으로 X축은 오른쪽 방향으로 갈수록, Y축은 아래 방향으로 갈수록 좌표 값이 증가한다.

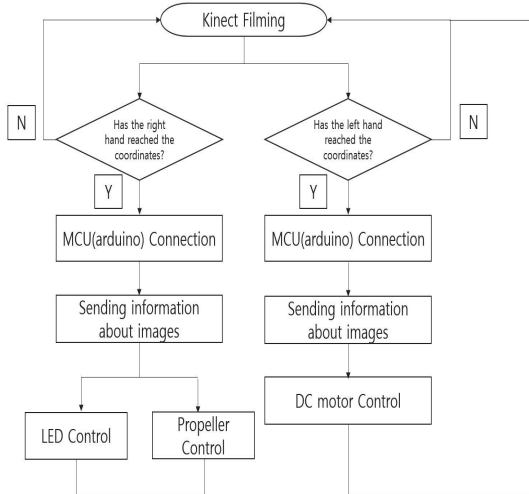


Fig. 3. Flow chart of System

Fig. 3은 시스템의 전체적인 블록도이다. 제어의 종류는 오른손으로 공장내부의 조명(LED)제어, 환풍기 제어와 왼손으로 창문의 개폐제어로 총 3가지이다[10]. 환풍기는 Propeller module로 표현했고, 창문의 개폐는 DC motor로 표현하였다. Kinect는 손이 특정좌표에 도달하면 Serial 통신으로 좌표의 값을 MCU(Arduino)로 보내준다. MCU는 좌표 값을 기반으로 편의시스템을 제어한다.

3. 시스템 구현

3.1 공장내부조명 제어

공장내부의 조명은 LED로 구현하였다. Fig. 4는 조명 제어에 따른 영상과 좌표에 대한 값을 표현한 사진이다. Fig. 5는 공장내부의 조명(LED)을 제어하는 순서도이다. 촬영하고 있는 사용자의 오른손의 Y축좌표가 180이하가 될 경우 LED에 대한 제어가 시작된다. X축의 값을 반영하여 LED의 밝기를 제어하게 되며 LED의 개수는 5개이다. X축의 좌표 180~360사이의 값이 LED의 밝기를 제어 하는 좌표이다. 좌표가 180이하가 되면 LED OFF를 유지하고 360이상이면 전체 LED ON을 유지한다[11].



Fig. 4. Right-hand LED control image

다음은 제어 순서도에 따른 의사코드(Pseudocode)이다.

1. If(_s.skeletonPositions[_j].y*height) <= 180.)
2. float RH_x = map(_s.skeletonPositions[_j2].x*width, 180, 360, 0, 5)
3. MCU(Arduino) list load
4. Connect to select MCU(Arduino)
4. RH_x transfer of value
5. LED control

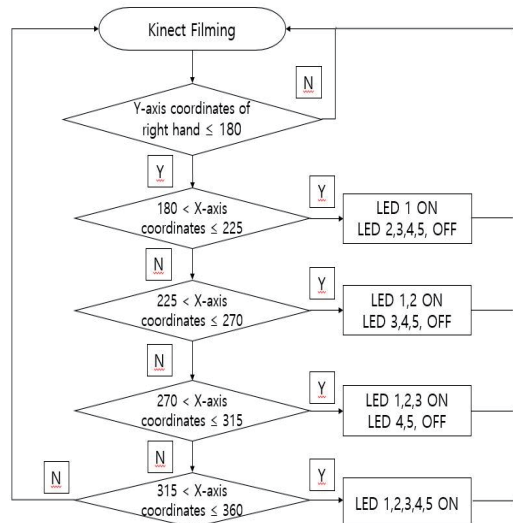


Fig. 5. Factory Internal LED Control Flowchart

3.2 환풍기(Propeller module) 제어

공장내부의 환풍기는 Propeller Module로 구현했다.

Fig. 6은 환풍기 제어를 위한 오른손이 특정좌표에 도달한 영상의 사진이다. Fig. 7은 공장의 환풍기를 제어하는 순서도이다. 오른손의 X좌표가 500이상일 때 Propeller module의 제어를 시작한다. 제어는 오른손의 y축 좌표 200~400 사이의 값이 환풍기 단계를 조절한다. 제어단계는 3단계이며, Fig. 8은 환풍기의 단계별 PWM 출력과 형이다[12-14].



Fig. 6. Right-hand Propeller Module control image

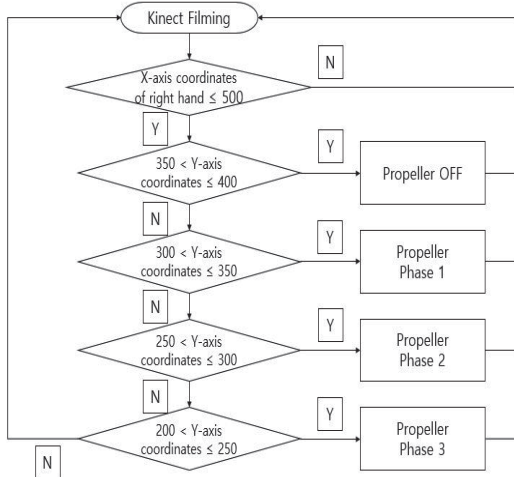


Fig. 7. Propeller Module Control Flowchart

다음은 제어 순서도에 따른 의사코드(Pseudocode)이다.

1. If(_s.skeletonPositions[_j2].x*width) >= 500.)
2. Float RH_y = map(_s.skeletonPositions[_j1].y*height, 200, 400, 3, 0)

3. MCU(Arduino) list load
4. Connect to select MCU(Arduino)
5. RH_y transfer of value
6. Propeller module control

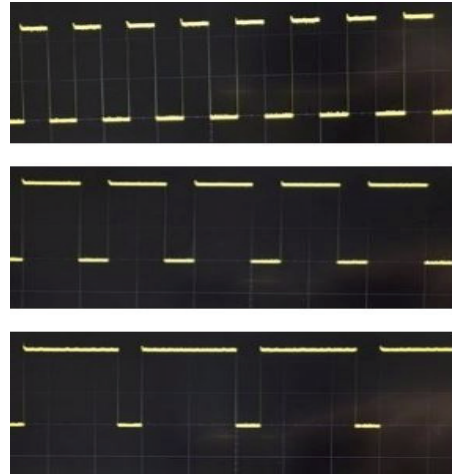


Fig. 8. PWM waveform measurement image of propeller step by step

3.3 창문 개폐제어

창문(DC motor)의 제어는 개방제어, 폐쇄제어 두 가지로 나누었다. Fig. 9는 창문의 개방제어 영상이다. 우선 창문이 개방상태인지 폐쇄상태인지 구분하고 좌표에 따라 제어를 시작한다. 폐쇄상태에서 왼손의 Y축 좌표가 250이하일 때 개방에 대한 제어를 시작한다. 제어는 왼손의 x축 좌표를 320부터 100까지 움직임으로써 진행된다.[13-14].

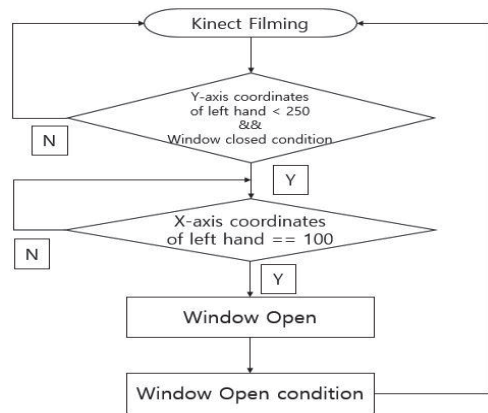


Fig. 9. Window opening control flowchart

다음은 제어 순서도에 따른 의사코드(Pseudocode)이다.

1. If(window closed condition)
2. If (`_.skeletonPositions[_j1].y*height`) > 250)
3. Float LH_yh = map
`(_.skeletonPositions[_j2].x*width , 100, 320, 6, 0);`
4. MCU(Arduino) list load
5. Connect to select MCU(Arduino)
6. LH_yh transfer of value
7. Window open control



Fig. 10. Control image of window opening and closing

Fig. 10은 창문의 개방과 폐쇄상태의 제어영상의 사진이다. Fig. 11은 폐쇄제어의 순서도이다. 개방상태를 확인 후 왼손의 Y축 좌표가 250이하일 때 폐쇄에 대한 제어를 시작한다. 제어는 개방제어와 반대로 왼손의 x축 좌표를 100부터 320까지 움직이면 폐쇄제어를 한다.

다음은 제어 순서도에 따른 의사코드(Pseudocode)이다.

1. If(window open condition)
2. If (`_.skeletonPositions[_j1].y*height`) > 250)
3. float LH_yh = map
`(_.skeletonPositions[_j2].x*width , 100, 320, 0, 6);`
4. MCU(Arduino) list load
5. Connect to select MCU(Arduino)
6. LH_yh transfer of value
7. Window closed control

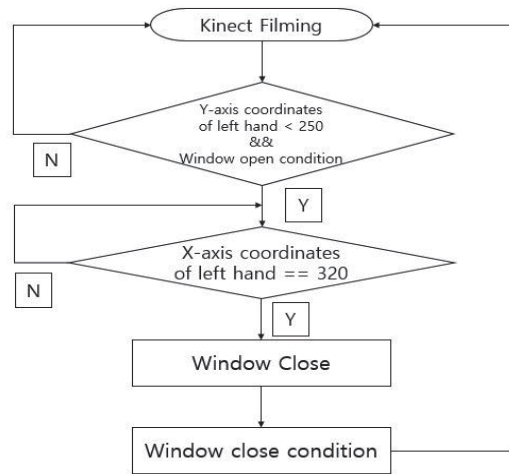


Fig. 11. Window closing control flowchart

4. 결론

본 논문에서 구현한 사용자 중심의 편의시스템은 공장자동화의 배경을 사람과 공장에 초점을 두었다. 영상처리에 대한 연구를 통해 사용자의 불필요한 움직임을 최소화 할 수 있었고, 여러 가지 편의를 제공할 수 있었다. 이에 따라 생산의 능률에 영향을 줄 것으로 기대된다. 하지만 영상처리를 위해 사용자를 촬영할 수 있는 매개체(Camera, Kinect, 등등 촬영도구)를 설치해야 하는 단점이 있고, 제어를 좌표 값으로 전달하다보니 사용자의 움직임에 불필요한 좌표 값이 전송될 때와 촬영되는 영상에 사용자 이외의 사람이 같이 촬영될 때의 영상처리도 완벽하지 않았다. 편의시스템이 상용화되기 위해서는 영상처리에 대한 프로그래밍 보완, 매개체에 대한 제어도 신경 써야한다. 본 연구의 사용자중심 편의시스템은 사용자에게 여러 가지 편의를 제공하는 시스템이다. 공장뿐만 아니라 어디에서든 사용할 수 있는 이 시스템은 고령자가 많은 주택가, 자동차 내부의 제어, 병원의 병실의 제어 등 여러 분야에서 사용되도록 개발하는 것이 편의시스템에 대한 효율성을 증대 시킬 수 있는 방안이다.

ACKNOWLEDGMENTS

이 성과는 2017년도 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국 연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(No. 2017017812).

REFERENCES

[1] W. Lehmacher, F. Betti, P. Beecher, C. Grotemeier & M. Lorenzen. (2017). *Impact of the fourth industrial revolution on supply chains*. Switzerland : World Economic Forum, 1-22.

[2] Advantechkr. (2017). *Analysis of smart factory construction technology, market outlook*. Advantechkr. <http://advantechkr.blog.me/221100546199>

[3] KAIST. (2017). *Production and Consumption in the forth industrial revolution, Ministry of Science and ICT Committee of Future Preparation*. Seoul : KISTEP.

[4] D. Lucke, C. Constantinescu & E. Westkamper (2008). Smart Factory-A step towards the next generation of manufacturing. *Manufacturing Systems and technologies for the New frontier*, 115-118.

[5] SK C&C. (2016). *Domestic smart factory industry status, Biz & Tech, ICT Report*. SK C&C. <http://skccblog.tistory.com/2730>

[6] Electronic science. (2015). *Manufacturers of Manufacturers Manufacturing, 'Smart Factory'*. Electronicscience. <http://www.elec4.co.kr/article/articleView.asp?idx=12008>

[7] Microsoft. (2017). *Kinect for Windows SDK 1.8*. Microsoft. <https://developer.microsoft.com/en-us/windows/kinect>

[8] Magicandlove. (2017). *Kinect4WinSDK Listed*. Magic & Love Interactive. <http://www.magicandlove.com/blog/2014/07/08/kinect-for-processing-library-kinect4winsdk-listed>

[9] That is Brilliant. (2014). *Processing arduino Serial Communication*. Youtube. <https://www.youtube.com/watch?v=fwVxcgxnmIU>

[10] S. Chadwick, D. Lee, S. J. Meyer & J. Sartni (2016). *Using Big Data in Manufacturing at Intel's Smart Factories*. Intel. <https://www.intel.com/content/www/us/en/it-management/intel-it-best-practices/using-big-data-in-manufacturing-at-intels-smart-factories-paper.html>

[11] K. Schwab. (2017). *The forth industrial Revolution*. Switzerland : World Economic Forum.

[12] J. Sun, D. M. Mitchell, M. Greuel, P. T. Krein & R. M. Bass. (2001). Averaged modeling of PWM converters operating in discontinuous conduction mode. *IEEE Transactions on Power Electronics*, 16(4), 482-492. USA : IEEE. DOI : 10.1109/63.931052

[13] J. Sun & H. Grotstollen. (1996). Optimized space

vector modulation and regular-sampled PWM : A reexamination. *In Industry Applications Conference, 1996. Thirty-First IAS Annual Meeting, IAS'96, Conference Record of the 1996 IEEE 2*, (pp. 956-963). USA : IEEE.

DOI : 10.1109/IAS.1996.560198

[14] Texas Instruments. (1999). *BiCMOS PFC/PWM Combination Controller*. Texas Instruments. <http://www.ti.com/product/ucc38501?keyMatch=UCC38501&tisearch=Search-EN-Everything>

저 자 소 개

박 준 형(Junhyung Park)

[학생회원]



▪ 2013년 3월 ~ 현재 : 세명대학교 전자공학과 재학 (전자공학전공)

<관심분야> : 차세대 무선통신, 영상처리, 가시광통신

이 규 진(Kyujin Lee)

[종신회원]



▪ 2005년 2월 : 경희대학교 전자공학과 공학사 (전자공학전공)
 ▪ 2007년 2월 : 경희대학교 전파통신공학과 공학석사 (전파통신공학전공)

▪ 2011년 2월 : 경희대학교 전자·전파공학과 공학박사 (전자·전파공학전공)

▪ 2013년 2월 : 경희대학교 전자·전파공학과 학술연구교수

▪ 2013년 3월 ~ 현재 : 세명대학교 전자공학과 교수

<관심분야> : 가시광 통신, 차세대 무선통신, 자원할당 기법, 간섭제거 기술