

심박수를 이용한 위급상황 인식 및 실시간 영상공유를 통한 사고대처 시스템

Incident response system through emergency recognition using heart rate and real-time image sharing

이 인 권*, 박 정 훈*, 진 소 린*, 한 경 동*, 황 호 영*

In-kwon Lee*, Jung-hoon Park*, Sorin Jin*, Kyung-dong Han*, Hoyoung Hwang*

Abstract

In this paper, we implemented a welfare system for the elderly living alone, disabled, or babies to provide fast incident response in case of emergency situations. The proposed system can quickly recognize emergency situations using heart rate sensors and real-time image sharing. The sensors attached on a wrist band monitor the heart rate along with relevant bio signals of clients and send alarms to guardians in the emergency situations. At the same time, the real-time image signals are captured using OpenCV and sent to the guardians in order to give the exact information for fast and appropriate response to handle the situation. In the proposed system, the camera works only in the emergency situations so as to provide enough privacy to the client's every day life.

요 약

본 논문에서는 실시간으로 측정된 심박수와 OpenCV를 이용한 움직임 감지를 통해 피보호자의 위급 상황을 인식하고, 보호자에게 실시간으로 영상을 공유함으로써 사고를 방지하고 신속히 대처할 수 있도록 하는 복지 시스템을 설계하고 구현하였다. 구현 시스템은 환자, 독거노인, 어린이 등 돌봄이 필요한 대상에 대한 보호자의 걱정을 덜고, 위급상황 발생 시 보다 신속하게 대처하기 위해 고안되었다. 보호자는 응급 알람뿐만 아니라 실시간 영상전송을 통해 실제 상황을 바로 인지하고 적절하게 대처할 수 있다. 또한 기존 홈 CCTV와 달리 위급 상황에서만 카메라가 동작하므로 사생활 침해의 걱정을 최소화하도록 구현하였다.

Key words : healthcare, emergency, incident, heart rate, image sharing, elderly living alone, alarm

1. 서론

인구의 고령화가 급속히 진행됨에 따라 경제적, 육체적으로 취약한 노인들에 대한 공공 복지시스

템의 구축이 더욱 중요해지고 있다. 정부 통계에 의하면 65세 이상의 고령인구비율이 2019년 현재 14.9%이며, 2030년에는 대한민국 전체인구의 25%를 넘게 될 전망이다[1]. 또한 독거노인 가구비율은

* Dept. of Computer Engineering, Hansung University

★ Corresponding author

E-mail : hyhwang@hansung.ac.kr, Tel: +82-2-760-5964

※ Acknowledgment

Manuscript received Jun. 10, 2019; revised Jun. 17, 2019; accepted Jun. 20, 2019.

This work is financially supported by Hansung University.

This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

전체 가구의 7.1%에 이른다. 따라서 가족 단위의 보살핌이 취약한 노령인구의 건강 상태를 확인하고 위급 상황이 발생한 경우 신속한 조치를 취할 수 있는 기술적인 해결책과 사회적인 시스템의 구축이 시급하다.

이러한 필요성에 따라 독거노인의 건강과 응급상황을 스마트 기기와 통신망을 이용해 모니터링하고 응급관리를 제공할 수 있는 기술에 관한 연구가 다양하게 진행되어 왔다[2-5]. 최근에는 기술적인 해결책과 함께 사회적인 시스템을 구축하기 위한 구체적인 움직임도 활발하다. 국토교통부는 ‘장애인·고령자 등 주거약자 지원에 관한 법률 시행령’에서 장기공공임대주택의 경우 주거약자용 주택을 일정 비율 이상 의무적으로 공급하는 규정을 시행하였으며, 이는 위급 상황 발생 시에 관리실에 자동 연락되는 안심 센서 시스템 구축을 포함한다[6]. 또한 보건복지부나 여러 지자체에서도 독거노인 및 장애인을 위한 응급상황 알림 서비스를 IoT 및 스마트 기기를 이용해 개발 보급하는 사업을 진행하고 있다[7, 8]. 우리나라는 유럽, 일본 등에 비해 고령화 사회 진입 시기는 늦었으나, 그 진행 속도는 훨씬 빠르다는 점에서 이러한 취약 계층 대상 건강관리 시스템의 필요성과 시급성이 더 크다고 하겠다.

본 논문에서는 이처럼 미래의 필요성을 넘어서 이미 구체적으로 정부기관과 지자체에 의해 법적, 제도적으로 추진되고 있는 위급 상황 알림 및 대처 시스템의 요구 사항을 분석하고, 신속한 위급 상황 대처와 개인의 사생활 보장을 모두 만족시킬 수 있는 시스템을 설계하고 구현하였다. 제안된 시스템에서는 손목 밴드에 부착된 센서를 이용해 측정된 심박수와 OpenCV를 이용한 움직임 감지를 통해 피보호자의 위급 상황을 인식하고, 보호자에게 실시간으로 영상을 공유함으로써 사고를 방지하고 신속히 대처할 수 있는 정보를 제공한다. 보호자는 응급 알람뿐만 아니라 실시간 영상전송을 통해 실제 상황을 바로 인지하고 적절하게 대처할 수 있다. 또한 기존 홈 CCTV와 달리 위급 상황에서만 카메라가 동작하므로 독거노인 등 피보호자의 사생활 침해에 대한 걱정을 최소화하도록 구현하였다.

II. 본론

1. 관련 연구

각종 센서와 스마트기기를 이용한 건강관리 모니터링 및 정보 시스템은 u-Care란 키워드를 가지고 널리 연구되어 왔으며, 이는 고령층 인구 및 1인 가구의 증가라는 사회적 경향과 맞물려 향후 의료서비스 구축에 필수적인 요소로 자리매김하고 있다. 국내외에서 연구기관 뿐 아니라 정부부처, 소방서, 지자체 단위에서도 다양한 연구와 사업이 진행되고 있다.

우리나라보다 고령화 사회에 먼저 진입한 일본의 경우, 노인이 거주하는 1인가구의 가정용 전류사용을 분석하여 긴급 상황을 판별하는 시범사업이 일본전력중앙연구소(CRIEPI)에서 진행되었다[2]. 가정에서 사용하는 전류량의 변화를 몇 가지 카테고리 별로 계측하여 전송함으로써 재택, 외출, 이상 상황을 판별하는 방법으로서, 이는 피보호자가 감시당한다는 느낌이 없고 건강관리를 위한 특별한 조작도 필요 없는 ‘무자각 센싱’의 개념으로 고안되었다. 또한 동경대학 등에서는 본인이 원할 경우 신체 부착용 센서를 통해 호흡, 맥박, 혈압, 체중 등의 정보를 원격 수집하여 건강상태를 알려주거나, 위급상황에서 호출 버튼을 누르면 바로 출동하는 독거노인 대상 서비스가 일찍부터 개발되어 왔다[2]. 이러한 예를 통해, 일본의 경우 타인의 사생활 존중을 중시하는 문화적 특성을 반영하여 ‘무자각 센싱’ 또는 본인이 원할 경우에만 서비스를 제공하는 방법이 많이 연구되어 왔음을 알 수 있다. 물론 개인 프라이버시에 대한 존중과 보호는 어느 사회에서나 중요한 문제이며, 건강 모니터링 시스템의 구축에서도 중요한 고려 요소가 될 것이다.

최근에는 다양한 센서들을 몸에 부착하거나 가정에 설치하여 그 측정값을 통해 위급 상황을 감지하고 자동으로 관리자에게 신호를 보내주는 보다 적극적인 모니터링 및 대처 시스템이 연구, 개발되고 있다[3, 4]. 이때 사용되는 센서의 종류는 온도, 습도, 가스감지 등 생활 환경을 측정하는 센서와 낙상 방지와 긴급 상황 파악을 위한 동작센서 등이 있으며, 데이터 수집과 전송에는 라즈베리파이(RaspberryPi) 및 아두이노(Arduino)를 이용한 구현이 많이 이루어지고 있다. 수집된 데이터는 서버로 전송되어 위급상황의 파악과 긴급 대처를 위한 자료로 사용되

며, 장기적으로 축적된 데이터는 추세 파악 및 진단에 활용될 수 있다. 이러한 방법은 특히 화장실과 같이 독거노인의 위급상황이 자주 발생하는 환경에서의 낙상 등 긴급 사태를 피보호자가 작동시키지 않아도 자동으로 알림으로써, 보다 적극적으로 신속한 위기 대처를 가능하게 한다는 점이 특징이다. 그러나 알람이 오더라도 구체적인 실제 상황 파악을 위해서는 누군가 출동하여 확인해야 한다는 단점이 있고, 단순한 실수나 동작 오해로 인한 잘못된 알람이 발생할 경우도 있다.

보다 정확한 독거노인의 건강 모니터링 및 긴급 상황 감지를 위해서 센서 정보와 함께 카메라 영상을 함께 사용하는 방법이 개발되고 있다[5]. 즉, 카메라를 이용해 피보호자의 영상과 소리를 감지하고 데이터 분석을 통해 현재 상황을 안전, 주의, 위험의 단계로 분류하고, 위급한 경우에는 보호자에게 알람과 함께 실시간 영상을 전송하는 방법이다. 이 방법의 장점은 보호자에게 실시간 영상정보를 제공함으로써 따로 방문하지 않아도 비교적 정확한 상황 파악을 가능하게 한다는 점이다. 이는 현재 정부기관이나 지자체에서 수행중인 응급알림 서비스나 독거노인돌봄 서비스 등[6-8]에 비해, 동영상을 통해 상황파악을 가능하게 해주기 때문에 별도로 관리사가 전화 또는 방문으로 확인해야 하는 비효율성을 없앨 수 있다는 점이 장점이다. 그러나 이러한 방법은 중요한 프라이버시 영역인 피보호자의 영상과 소리가 전송된다는 점에서 사생활 보호의 측면에서 고민할 점이 크다. 위험 상황이 아닌 경우에 영상과 소리의 전송은 on/off 하는 기능이 제공되지만, 그 결정을 보호자가 결정하므로 피보호자의 프라이버시 문제는 계속 민감한 상태로 남아있게 된다. 이러한 시스템의 보호 대상자가 거동이 불편한 중증 환자뿐 아니라 인구의 상당한 비율을 차지하는 고령층이라는 점에서, 사생활 보호는 건강 모니터링 및 알람 시스템에서 중요한 요구사항의 하나이다.

2. 시스템 구성

본 논문에서는 기존 연구의 성과와 요구사항을 반영한 시스템을 설계하고 구현한다. 구현된 시스템에서는 1) 센서를 통한 데이터 분석을 통해 긴급 상황을 파악하여 자동으로 알람을 발생시키며, 2) 긴급 상황 발생 시 카메라 영상 스트리밍을 통해

실시간으로 구체적인 현장 상황을 파악할 수 있도록 하며, 3) 적외선 카메라를 사용해 긴급 상황 발생이 잦은 야간에도 동작하도록 하였으며, 4) 긴급 상황 발생 시에만 카메라를 동작하게 함으로써 일상적인 사생활의 보호라는 요구사항을 충족시키고자 하였다.

설계된 시스템에서는 피보호자의 생체정보를 센서를 통해 파악하여 긴급 상황일 경우 경고 알람을 발생시킨다. 이 때 카메라를 통해 피보호자의 마지막 동작 위치를 추적하여 영상정보를 촬영한 후 보호자의 휴대기기로 전송하여 실제 상황을 파악할 수 있도록 한다. 즉, 보호자에게 전송되는 정보는 긴급 상황에 대한 알람, 피보호자의 위치 정보, 현재 상황에 대한 영상 정보 등이며, 정보에 대한 알람은 구글 계정과 연동한 로그인 인증을 통해 접근과 공유를 허락한다.

전체 시스템 구조를 그림 1에 나타내었다.

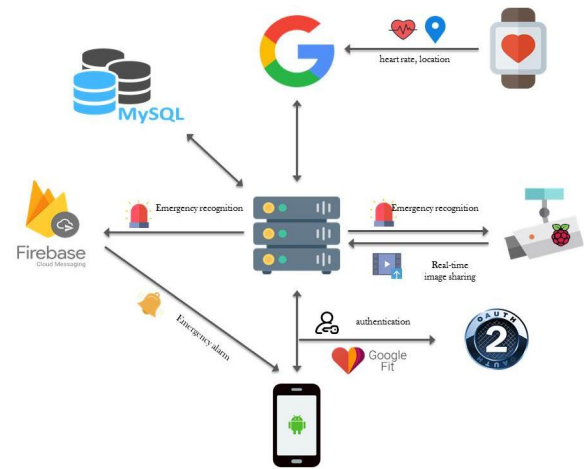


Fig. 1. System Architecture: emergency recognition & alarm. 그림 1. 위급상황 인식 및 알람 시스템 구조

생체정보 수집을 위한 센서는 독거노인 혹은 아이 등 사용자가 손목에 착용하는 스마트 밴드에 장착되어 있으며, 이를 이용해 심박수 등 바이오 데이터 상태를 파악한다. 다양한 센서가 부착될 수 있으나 현재는 시험용 시스템으로서 밴드를 이용해 심박수와 동작을 측정하는 단계로 설계되었다.

서비스 상황의 파악을 위해 모니터 대상이 되는 시설 또는 가정에는 적외선 센서가 부착된 카메라가 설치된다. 카메라는 모터를 이용해 촬영 각도와 위치를 조정할 수 있으며, 촬영 각도의 제어는 OpenCV,

적외선 센서 값을 이용해 자동으로 이루어지거나, 보호자가 스마트폰을 이용해 원격으로 조정할 수 있다. 운용되는 카메라의 수는 상황에 따라 달라질 수 있다.

서버는 스마트 밴드로부터의 데이터를 주기적으로 수집하여 분석한다. 사용자가 쓰러지거나 심장에 충격이 오는 등 위급 상황이 발생하는 순간에 심박수와 적외선 센서 값이 서버로 전송이 되므로, 서버는 데이터를 통해 이를 파악하여 보호자의 스마트폰으로 알람을 보낸다.

보호자는 스마트폰에 탑재된 앱을 통해 알람을 받고, 위급 상황임을 인식하면 영상을 요청할 수 있으며 이 때 서버에서 카메라를 통해 영상 스트리밍 데이터를 전송한다. 보호자는 앱을 통해 카메라의 각도를 제어하며 실시간으로 영상을 받아들 수 있다.

3. 구현 결과

(1) 카메라



Fig. 2. Raspberry Camera module.
그림 2. 라즈베리파이 연동 카메라 모듈

카메라는 라즈베리파이와 연동하여 실시간 영상 스트리밍을 제공하며, 설정에 따라 on/off를 조작하고 촬영 각도를 조절할 수 있다. 위급 상황 발생 시에는 OpenCV를 이용해 마지막 동작을 파악하고 움직임이 감지된 방향으로 촬영 영상을 공유한다.

(2) 스마트 밴드

스마트 밴드에 다양한 센서를 장착할 수 있으며, 심박수 센서를 통해 위급상황을 감지할 수 있다. 심박수의 경우 연령에 따른 평균 심박수가 다르므로 밴드 착용자의 나이에 따라 심박수를 분석하여 위급 상황을 보다 정확하게 판단한다. 심박수만으로

는 위급상황의 판단에 무리가 있으므로 실시간 영상 공유를 통해 더욱 정확한 상황 판단이 가능하다.

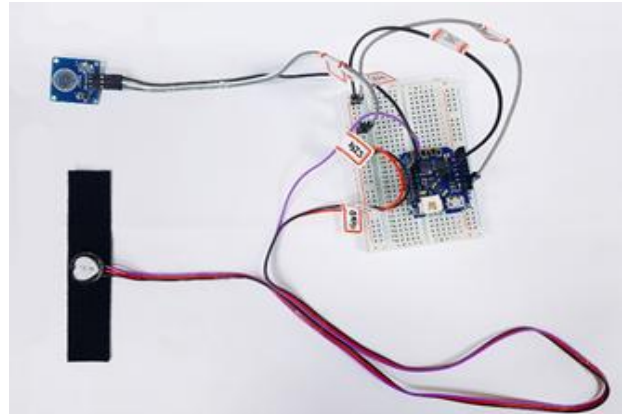


Fig. 3. Smart Band prototype.
그림 3. 스마트 밴드 시제품

스마트밴드는 그림 4와 같이 착용후 앱을 통해 사용자 및 보호자의 스마트폰과 연동할 수 있으며, 구글에서 제공하는 Fitness 등 다른 앱과 연동시킬 수도 있다.

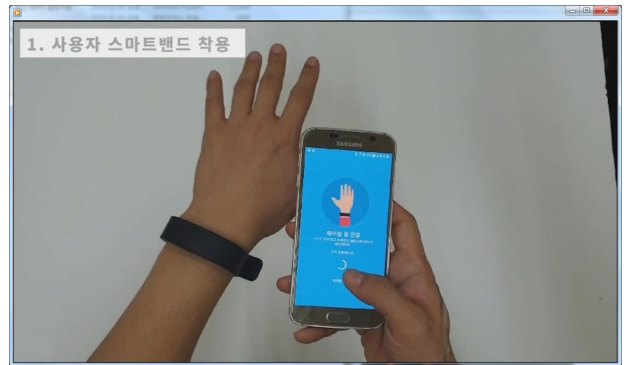


Fig. 4. SmartBand and Smartphone Association.
그림 4. 스마트밴드와 스마트폰 연동

(3) 스마트폰 앱

보호자의 스마트폰에서는 서버에 접속하여 필요한 정보를 가져오기 위해 구글 계정을 이용해 로그인 한다. 이후 현재 사용자의 정보를 열람하고 심박수 등 생체정보를 받고 표시할 수 있으며, 누적적인 통계정보를 확인할 수 있다. 위급 상황 발생 시 서버로부터의 알람을 수신하며, 카메라로부터 전송된 영상 스트리밍을 시청할 수 있으며, 카메라에 대한 원격제어도 가능하다. 밴드를 지도와 연동하여 현재 피보호자의 위치를 추적 표시할 수 있는 기능을 가진다.

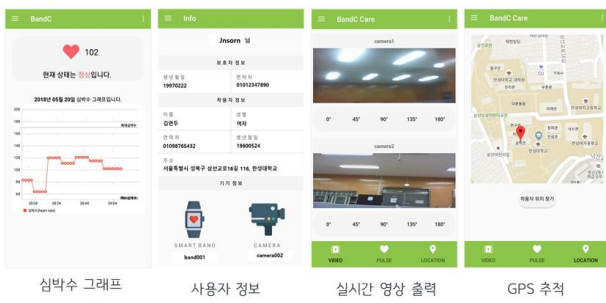


Fig. 5. UI of Smartphone Application.
그림 5. 보호자 스마트폰 앱 동작 화면

(4) 서버

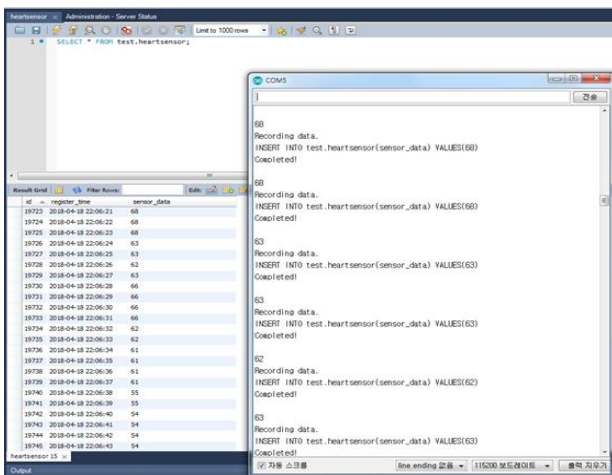


Fig. 6. Data collection at Server.
그림 6. 서버에서의 데이터 수집

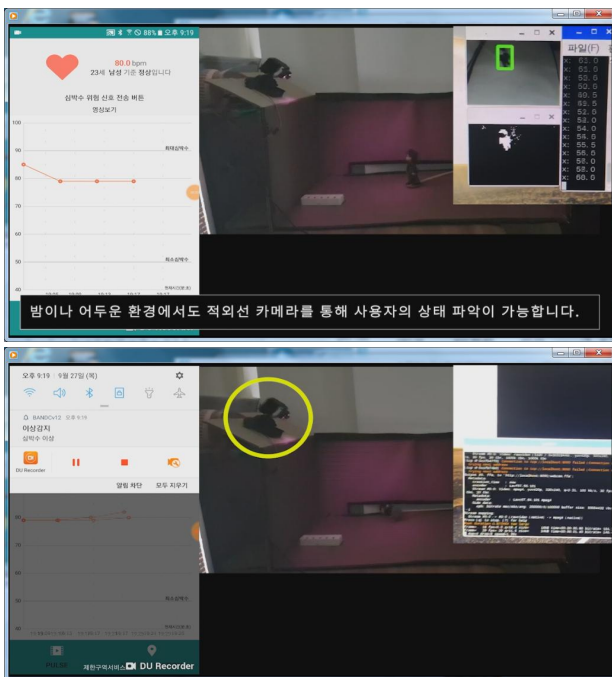


Fig. 7. Normal operation(up) and emergency(down) at night.
그림 7. 야간환경에서의 모니터링(위) 및 알람 전송(아래)

서버는 스마트밴드에서 전송되는 각종 생체정보 데이터를 수신하여 데이터베이스화 하여 제공한다. 나이 등 피보호자의 특성에 따른 분석도구를 통해 이상 상황을 감지하여 보호자에게 알람을 보내며, 카메라로부터 수신된 영상 스트리밍 데이터를 보호자에게 전송한다. 현재 스마트밴드로부터의 생체 정보는 1초 간격으로 주기적으로 수신하는 것으로 설정되어 있다.

그림 7은 야간환경에서 정상적인 모니터링과 위치추적 상태와 긴급 상황 발생 시의 알람 전송 실험 모습을 나타낸 것이다.

III. 결론

인구의 고령화, 1인 가구의 증가, 고혈압과 당뇨와 같은 대사증후군 환자의 급증 등 현대 사회가 맞이한 상황은 병의원에서의 직접적인 질병 치료 시스템 외에 일상생활에서 스마트기기와 센서를 이용한 건강 모니터링과 긴급 알람 시스템의 구축 필요성을 증가시켰다. 본 논문에서는 독거노인, 환자, 어린이 등 취약 계층의 위급상황을 인식하여 알리고 실시간 영상공유를 통해 보호자에게 신속한 대처를 할 수 있도록 정확한 정보를 제공하는 시스템을 설계하고 구현하였다.

구현 시스템은 스마트밴드, 카메라, 서버, 스마트폰 앱의 4가지 모듈로 구성되며 1) 긴급 상황 발생 시의 자동 알람 발생, 2) 카메라를 통한 실시간 영상 스트리밍, 3) 적외선 카메라를 사용해 야간에도 동작, 4) 사생활의 침해를 최소화라는 특징을 제공한다.

향후 본 시스템에서는 서버에 누적된 데이터 정보를 통해 사용자의 생활 및 동작 특성을 학습시킴으로서, 보다 정확한 상황 감지와 대처가 가능할 것으로 생각한다.

References

[1] Korean Statistical Information Services, http://kosis.kr/statHtml/statHtml.do?orgId=101&tblId=DT_1BPA003&vw_cd=MT_ZTITLE&list_id=A41_10&seqNo=&lang_mode=ko&language=kor&obj_v ar_id=&itm_id=&conn_path=MT_ZTITLE

[2] Kyungho Kim, "Living Alone Care System with Smart Care Technology," *Electric World, The Korean Institute of Electrical Engineers*, Vol.62, No.12, pp.28-33, 2013.

[3] Jooyoung Ko, Hyenki Kim, "A Study on the Monitoring System for Emergency Recognition of Elderly People Living Alone," *The Journal of Korean Institute of Information Technology*, Vol. 12, No.3, pp.61-68, 2014.

[4] Sung-Hoon Lee, June-Yeop Lee, Jung-Sook Kim, "Monitoring System for the Elderly Living Alone Using the RaspberryPi Sensor," *Journal of Digital Contents Society*, Vol.18, No.8, pp.1661-1669, 2017.

[5] Han-Sol Jang, Soo-Jung Kim, Young-Ho Park, "SilverLinker: IoT Sensor-based Alone Elderly Care Platform," *Journal of Digital Contents Society*, Vol.19, No.11, pp.2235-2245, 2018.

[6] Ministry of Land, Infrastructure and Transport, "Act on Support for Underprivileged Residents including the Elderly, Disabilities," 2018.
http://www.molit.go.kr/USR/NEWS/m_71/dtl.jsp?id=95080301

[7] Ministry of Health and Welfare, "Emergency safety alert service for Elderly person living alone · Severely disabled," 2019.

http://www.mohw.go.kr/react/jb/sjb030301vw.jsp?PAR_MENU_ID=03&MENU_ID=032903&CONT_SEQ=347709&page=1

[8] Seoul City, "Dedicated senior health and safety management solution," 2018.
<https://opengov.seoul.go.kr/sanction/15104372>

Jung-hoon Park (Member)



2019 : BS course in School of Computer Engineering, Hansung University.

Sorin Jin (Member)



2019 : BS course in School of Computer Engineering, Hansung University.

Kyung-dong Han (Member)



2019 : BS course in School of Computer Engineering, Hansung University.

Hoyoung Hwang (Member)



1993 : BS degree in Computer Eng., Seoul Nat'l University.
1995 : MS degree in Computer Eng., Seoul Nat'l University.
2003 : PhD degree in Electrical and Computer Eng., Seoul Nat'l University.
2007~2019 : Professor, School of Computer Engineering, Hansung University.

BIOGRAPHY

In-Kwon Lee (Member)



2019 : BS course in School of Computer Engineering, Hansung University.