

<https://doi.org/10.7236/JIIBC.2020.20.6.59>  
JIIBC 2020-6-9

## 치매 환자를 위한 지능형 안전강화 시스템 설계

### Design of a Smart Safety Enforcement System for Patients with Dementia

피경준\*, 이경미\*\*, 민홍\*\*\*

Kyungjoon Pi\*, Kyungmi Lee\*\*, Hong Min\*\*\*

**요약** 최근 노인 인구가 급격하게 증가하면서 의료시설 내외에서 환자의 안전을 모니터링하는 시스템에 대한 요구가 증가하고 있다. 센서 및 정보통신기술의 발달로 치매 환자를 위한 다양한 모니터링 시스템이 제안되고 있지만 치매 환자에게 부착되는 장치에 의존하여 단편적인 기능을 제공하는 것에 그치고 있다. 본 논문에서는 환자의 상태를 모니터링하는 스마트 기기에서부터 사용자 편의적인 UI/UX, 병원정보시스템 연동까지 포함하는 통합시스템을 설계한다. 제안된 시스템을 통해서 의료진과 보호자는 환자의 상태와 관련된 정보를 실시간으로 전달받을 수 있으며 실내외에서도 치매 환자의 위치를 추적할 수 있다.

**Abstract** As the number of elderly people rapidly increases, needs of patient safety monitoring system also increases in indoor and outdoor medical facilities. With developing technologies related to sensors and information and communication technology, various dementia patient monitoring systems have been proposed. However, previous studies that depend on wearable devices provides limited functionalities. In this paper, we designed an integrated system that includes smart devices to monitor patient's status, user friendly UI/UX, and interaction with hospital information system. Medical teams and carers can receive satus of each patient in real-time and trace the location of dementia patients outdoor as well as indoor by using the proposed system.

**Key Words** : Patients with dementia, Safety enforcement system, System design, Smart devices

#### 1. 서 론

최근 노령 인구의 급격한 증가로 의료 시설 및 요양 시설에서 다수의 환자를 관리해야 하는 부담이 증가하고 있다. 이로 인해 치매 환자가 부상을 당하거나 허가 없이 치료 시설을 이탈하는 등 안전이 제대로 보장받지 못하는 문제가 발생하고 있다<sup>[1]</sup>. 정보통신 기술의 발달로 멀

티미디어 및 가상현실 기술을 통해 치매 환자의 인지력을 향상하려는 노력은 지속해서 진행되고 있으나<sup>[2, 3]</sup> 시설 내의 환자를 통합적으로 모니터링하고 의료진과 보호자에게 지속적인 데이터를 분석하여 제공하는 체계적인 시스템에 관한 연구가 부족하다.

본 논문에서는 치매 환자의 의료시설 내에서의 안전성을 확보하고 실시간적으로 환자의 상태를 실내외에서 모

\*비회원, (주)폴스타헬스케어

\*\*비회원, (주)폴스타헬스케어

\*\*\*중신회원, 호서대학교 컴퓨터정보공학부

접수일자 2020년 9월 23일, 수정완료 2020년 11월 5일

게재확정일자 2020년 12월 4일

Received: 23 September, 2020 / Revised: 5 November, 2020 / Accepted: 4 December, 2020

\*Corresponding Author: hmin@hoseo.edu

Division of Computer and Information Engineering, Hoseo University, Korea

니터링하고 이를 보호자와 병원정보시스템과 연동하여 의료진에게 제공하는 시스템의 설계를 제안한다. 제안된 통합시스템은 스마트 기기에서부터 서버 플랫폼 및 UI/UX에 대한 설계를 포함한다. 기존의 치매 환자안전 향상을 위한 국내외 연구들에서 부분적으로 해결했던 문제를 하나의 시스템으로 포함하여 실시간 모니터링이 가능하도록 했으며 병원정보시스템 연동을 위한 미들웨어를 포함하여 의료진들에게도 모니터링 정보를 제공함으로써 개별 환자에 적합한 치료와 해당 치료를 통한 효과를 검증할 수 있는 기능을 지원하도록 하였다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 관련된 연구들을 설명하며, 3장은 제안하고 있는 치매 환자를 위한 지능형 안전강화 시스템 설계에 관한 내용을 설명한다. 마지막으로 4장에서 결론과 향후 연구 및 개발 계획을 제시한다.

## II. 관련 연구

### 1. 국내 관련 연구

치매 환자의 손목에 착용할 수 있는 스마트 시계를 사용하여 치매 환자의 운동량과 생활 습관을 모니터링하는 시스템을 제안하였다<sup>[4]</sup>. 스마트 시계에는 GPS(Global Positioning System), 3축 가속도 센서, 조도 센서를 포함하여 환자의 위치, 일광량, 운동량 정보를 주기적으로 서버에 전송하며 보호자는 스마트 시계로부터 전송된 정보를 웹을 통해 확인할 수 있다.

부착형 스마트 기기를 통한 다른 연구는 벨트 형태로 제작된 장비를 치매 환자에게 착용하도록 하여 이동경로와 낙상 여부를 확인하는 시스템이다<sup>[5]</sup>. 3축 가속도 센서로부터 전달되는 데이터에서 X축과 Y축의 값을 추출한 후에 칼만 필터를 통해 노이즈를 줄이며 급격한 변화가 감지되면 이를 낙상으로 판별하여 보호자에게 위치정보를 포함한 알람 메시지를 전달한다.

치매 환자가 가정 내에서 생활하는 과정에서 발생할 수 있는 위험 요인을 모니터링하고 긴급 상황 시에는 관계 기관에 알려주는 스마트 홈 기반의 서비스가 설계되었다<sup>[6]</sup>. 해당 시스템은 가정 내/외부 모니터링, 긴급 상황 모니터링, 원격 정보 제공 지원을 위한 모니터링으로 구성되어 있다. 치매 환자가 지정된 위치를 벗어나거나 센서들에서 수집된 데이터를 보호자에게 전달하고 경증 치매 환자가 응급 상황을 인식했을 때 응급 버튼을 누르면 보호자와 관련 기관에 신고될 수 있는 기능을 제공한다.

블루투스 비콘(beacon)을 치매 환자에게 부착하여 수신기 범위를 벗어나면 지정된 관리범위를 이탈한 것으로 간주하고 보호자의 스마트폰으로 알람 메시지를 전송하는 시스템도 개발되었다<sup>[7]</sup>. 치매 환자의 개인정보와 비콘 신호 발생 주기를 설정하면 수신기로 해당 정보가 전달된다. 제안 시스템이 발전하면 블루투스 신호강도에 기반을 둔 삼변측량 기법을 통해 거리를 알 수 있기 때문에 치매 환자의 실내 위치 추적에도 활용할 수 있으며 장애물이나 주변 환경의 영향으로 인한 오류를 줄이는 방법도 고려하고 있다.

### 2. 국외 관련 연구

독일의 Wan은 치매 환자가 실외로 이동하여 배회하는 것을 방지하기 위해서 GPS 기반의 모니터링 시스템을 제안하였다<sup>[8]</sup>. 효과적인 모니터링을 위해서 사전에 다수의 치매 환자들의 배회 패턴을 분석하고 시스템을 설계했으며 실제 환경에서 2년 동안 운용하면서 문제점을 개선하였다. 특히, 산학 연계를 통해 데이터 분석은 대학에서 진행하고 분석을 통한 새로운 방안에 대한 시스템적 설계와 구현은 협력 업체가 진행함으로써 개발의 효율성과 시스템의 안정성을 높였다.

대만의 Lin은 치매 환자에게 RFID(Radio Frequency Identification) 태그를 착용시키고 집안에 위치한 수신기에 신호가 잡히지 않으면 이를 외출로 인식하고 보호자에게 알리는 시스템을 제안하였다<sup>[9]</sup>. 또한, 제안된 시스템에서는 환자의 모니터링 정보를 외부 서버로 전송하여 분석한 후에 결과에 따라 조명과 음악을 제어한다.

일본의 Greiner는 치매 요양 시설 내의 환자들의 움직임 패턴이나 거리를 모니터링하여 이상 여부를 확인하는 시스템을 제안하였다<sup>[10]</sup>. 환자에게 부착한 장치를 통해 수신기에 탐지되는 횟수, 수신기 근처에 머무는 시간, 하루 동안 걷는 거리 등의 정보를 수집한다. 수집된 정보를 바탕으로 시설에 머무는 동안 효과적인 치료 방법을 찾는 검증 수단으로 활용하였다.

미국의 Rowe는 치매 환자들에게 야간에 발생할 수 있는 위험을 줄이기 위한 시스템을 제안하였다<sup>[11]</sup>. 야간에는 보호자의 관리가 소홀해지고 시각적인 인지력이 떨어지기 때문에 의도하지 않은 외출이나 위험에 노출될 확률이 높아진다. 사전 조사에서 53명의 조사대상을 12개월 동안 모니터링한 결과 야간에 9건의 사고가 발생하였고 제안된 야간 모니터링 시스템 도입을 통해서 추가로 12개월 동안 모니터링한 결과, 6건의 사고를 사전에 인지하여 막을 수 있었다.

기존 연구들의 경우 일부 의료 시스템과의 연동을 통해 치매 환자의 위급 상황을 알리는 기능이 있지만, 대부분은 환자의 몸에 부착하는 장치를 통해 외부로 이동했는지를 보호자에게 전달하는 시스템이 대다수이다<sup>[12,13]</sup>. 본 논문에서 제안하고 시스템의 경우 치매 환자의 의도하지 않은 외출뿐만 아니라 환자에게 접촉가능한 장치들을 통해 상태를 지속적으로 모니터링하고 이를 기존 의료 정보 시스템과 연동하여 의료진에게도 정보를 제공할 수 있는 통합 시스템을 제안한다.

### III. 지능형 안전 강화 시스템 설계

#### 1. 시스템 개요

체온, 맥박과 같은 생체신호를 측정하는 밴드, 매트 등의 스마트 기기를 활용하여 치매 환자의 동선 및 건강 상태를 보호자가 실시간으로 확인하고 각종 사고를 사전에 방지할 수 있는 치매 환자를 위한 지능형 안전강화 시스템은 그림 1과 같이 구성되며 제안 시스템에서 각 부분에 대한 설명은 다음과 같다.

- ① 치매 환자 맞춤형 스마트밴드: 체온(온도), 맥박, 자이로 센서, GPS, BLE 모듈 등이 내장된 치매환자 안전관리를 생체친화 손목형 밴드
- ①-1 치매 환자 출입문 이탈 초기 방지용 스마트매트로 무게 센서와 통신 모듈을 매트에 장착하여 치매 환자의 출입을 모니터링
- ② 하이브리드 게이트웨이(AP): 환자의 건강상태 및 위치를 파악하고, 쌍방향 소통이 가능하도록 미들웨어와 밴드와의 인터페이스
- ③ 미들웨어(로컬서버): 게이트웨이로부터 각종 신호 값을 수신하고, 통합관리 서버로부터 필요한 정보를 게이트웨이로 전달
- ④ 통합관리서버(클라우드 서비스): 환자 및 솔루션, 디바이스 등 서비스에서 발생하는 모든 DB와 신호 값을 통합하고 관리할 수 있는 클라우드 기반의 서비스 제공
- ⑤ 의료정보시스템(HIS, Hospital Information System)과의 연동: 환자의 차트번호, 질병, 가족관계 등 서비스에 필요한 필수정보를 통합관리서버와 연동하여 맞춤형 관리를 지원
- ⑥ 보호자 및 관리자용 앱/웹: 환자의 위치 및 건강상태를 실시간으로 파악할 수 있는 사용자 친화 UI/UX(User Interface/User Experience)

- ⑦ 정부 기관 시스템과 연동: 실종 및 건강 악화 등 이벤트 발생 시 실시간으로 경찰서, 소방서 등 관계 기관으로 상황을 전파하고, 본 서비스로부터 도출되는 각종 빅데이터를 정부소속의 의료전문기관으로 전송

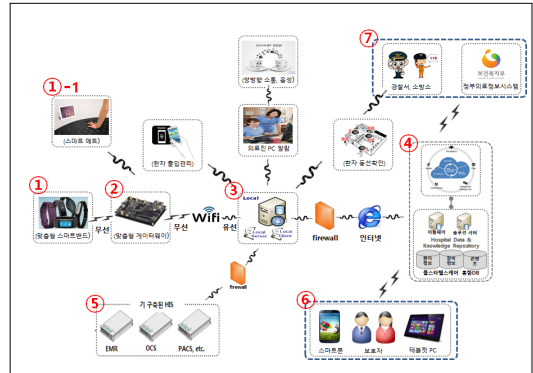


그림 1. 제안 시스템 개요  
 Fig. 1. Overview of the proposed system

#### 2. 하위 시스템별 설계

##### 가. 스마트밴드와 매트

스마트밴드는 그림 2와 같이 치매 환자의 심박수, 체온 등을 측정하는 센서와 RFID, LTE-M, GPS 등의 통신 모듈, 프로세서와 화면, 스피커와 같은 사용자 인터페이스 모듈로 구성되어 있다. 스마트매트는 치매환자의 출입 여부를 확인하기 위해 무게 센서와 게이트웨이로 전송하기 위한 통신 모듈로 구성된다.

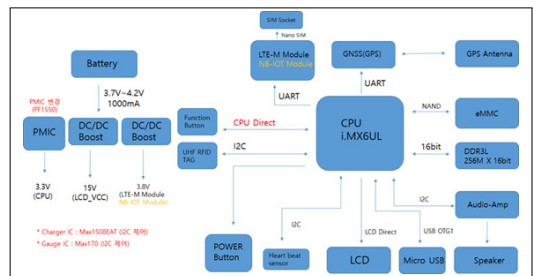


그림 2. 스마트밴드의 하드웨어 구성도  
 Fig. 2. Hardware block diagram of the smart band

그림 3은 스마트매트의 하드웨어 구성도를 나타내며, 그림 4는 스마트밴드와 매트와 연동하여 서버로 데이터를 전송해주는 게이트웨이의 구성을 보여준다.

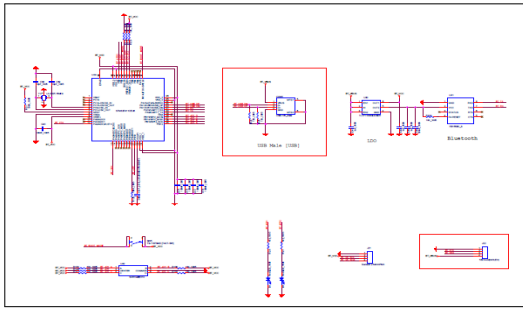


그림 3. 스마트매트의 하드웨어 구성도  
Fig. 3. Hardware block diagram of the smart mat

실내에서는 치매환자의 위치는 밴드에 부착된 UHF (Ultra High Frequency) RFID 태그가 게이트웨이의 수신기에 수신되는 정보와 스마트매트의 측정에 따른 정보를 통해 추적이 가능하다. 스마트밴드에서 수집된 환자의 생체정보와 스마트매트 상에서 수집된 무게 정보는 LTE-M 모듈을 통해 게이트웨이에게 전송되며 게이트웨이는 수집된 데이터를 서버로 전송한다.

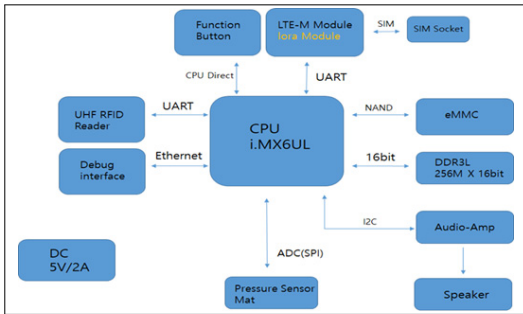


그림 4. 게이트웨이의 하드웨어 구성도  
Fig. 4. Hardware block diagram of the gateway

나. UI/UX 플랫폼 설계

스마트 기기로부터 수신된 데이터는 UI/UX 플랫폼을 통해 웹과 모바일 앱으로 제공된다. 해당 웹과 앱에서 간호사는 환자에 대한 기본정보를 확인할 수 있으며 상세 페이지에서는 의료 기록 및 처방 상황과 스마트 기기로부터 수집된 센서 정보 및 환자의 동선을 확인할 수 있다. 치매 환자가 정해진 지역(Safety Zone)을 이탈할 경우 그림 5와 같이 3단계 알람을 설정하여 이벤트를 전송하도록 설계하였고, 그림 6과 같이 웹페이지와 모바일 앱을 통해 간호사가 확인할 수 있다. 3단계 알람은 치매환자가 출입구에 설치된 스마트매트를 10초 이상 밟고 있는 경우 밴드에서 알람이 울리고, 출입구로부터 밖으로

나와 20m 이상 이탈 시 2단계 알람이 울리게 하며, Safety Zone으로부터 10m 이상 이격 시 보호자와 관련 기관(병원) 등에 자동으로 인적사항이 전송되도록 한다.



그림 5. 3단계 이벤트 전송 시스템  
Fig. 5. Three stage event transmission system

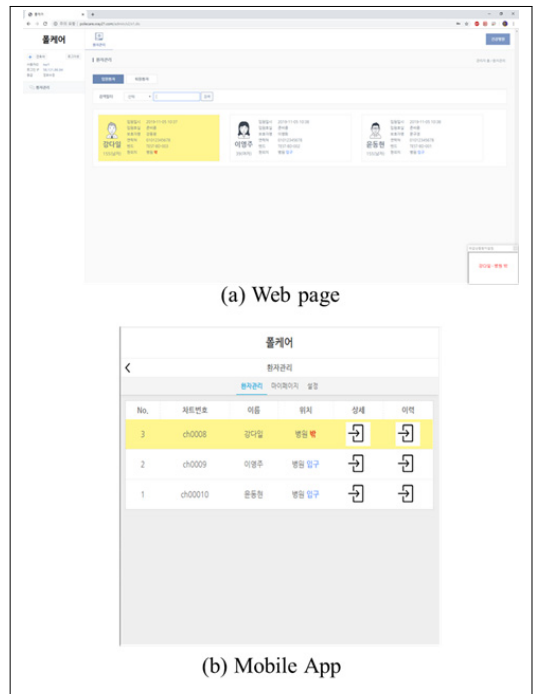


그림 6. 환자 이탈 여부를 확인할 수 있는 UI/UX  
Fig. 6. UI/UX for notifying a patient with dementia outgo

시설 내에 설치된 스마트 기기와 게이트웨이와 같은 통신 장비의 상태를 모니터링하고 관리하기 위해서 그림 7과 같은 장비와 관련된 화면도 설계하였다. 해당 UI/UX에서는 장비의 현재 정상 동작 여부를 확인할 수 있고 해당 장비의 설치 위치와 연결된 스마트 기기에 대한 정보도 확인할 수 있다.



그림 7. 장치 모니터링을 위한 UI/UX  
 Fig. 7. UI/UX for monitoring Hardware devices

#### 다. 병원정보시스템과의 연동

치매 환자를 모니터링하기 위한 시스템의 경우 별도로 운영되는 것보다는 병원정보시스템과 연동할 경우 관리의 편의성이 증대될 수 있다. 차트번호, 성명, 나이, 입퇴원 일시, 병실호수 등의 병원정보시스템의 데이터와 착용하는 스마트 기기의 ID 및 수집된 센서 데이터를 통합해서 관리하면 개별 치매 환자들에게 적합한 모니터링 방법과 대응 방안 수립이 가능하기 때문이다. 이를 위해 그림 8과 같이 HIS의 데이터베이스에서 공개 가능한 데이터를 추출하거나 개인정보를 보호하면서도 치매 환자 모니터링 서비스와 연동할 수 있는 미들웨어를 설계하였다.

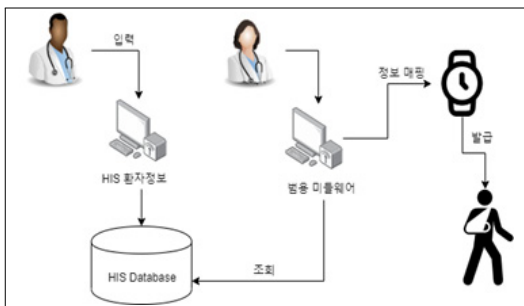


그림 8. 병원정보시스템과의 연동을 위한 미들웨어 설계  
 Fig. 8. Middleware design for interaction with HIS

## IV. 결 론

본 논문에서는 기존 시스템에서 개별적인 문제를 해결하는 것에 집중했지만 치매 환자를 위한 지능형 안전 강화 시스템 설계를 통해 기존의 기능들을 확장하고 통합했을 뿐만 아니라 병원정보시스템과의 연동으로 치매 환자의 치료 상황이나 특성에 맞는 모니터링 서비스 제공을 통해 환자의 안전을 향상하고 환자를 관리하는 의료

진의 편의성을 향상하며 보호자에게도 실시간 정보를 제공하는 시스템을 설계하였다. 향후 해당 시스템의 구현과 실제 현장에서 운용성 검증을 통해 개선할 수 있는 문제를 해결하여 다수의 치매 환자 치료 시설 및 요양 시설에서 사용할 수 있는 통합 솔루션으로 개발할 것이다.

## References

- [1] K. Lee, M. Lee, and M. Lim, "Design and Implementation of Accident Prevention System for Second-Class Citizen based on Bluetooth and NFC," The Journal of The Institute of Internet, Broadcasting and Communication, Vol. 13, No. 6, pp. 131-136, Dec. 2013.  
DOI: <https://doi.org/10.7236/JIIBC.2013.13.6.131>
- [2] M. Lim, H. Jung, and Y. Kwon, "Rehabilitation System through Image Analysis Method," The Journal of The Institute of Internet, Broadcasting and Communication, Vol. 10, No. 6, pp. 209-214, Dec. 2010.
- [3] S. Kang, J. Park, S. Shin, and S. Chung, "Analysis of EEG Signals for Attention Training Game Contents," The Journal of The Institute of Internet, Broadcasting and Communication, Vol. 19, No. 3, pp. 83-90, Jun. 2019.  
DOI: <https://doi.org/10.7236/JIIBC.2019.19.3.83>
- [4] D. Shin, D. Shin, and D. Shin, "Development of u-Health Care System for Dementia Patients," The Journal of Korean Institute of Communications and Information Sciences, Vol. 38, No. 12, pp. 1106-1113, Dec. 2013.  
DOI: <https://doi.org/10.7840/kics.2013.38C.12.1106>
- [5] J. Kim, S. Bae, Y. Cheon, and H. Lee, "Development of Early Dementia Patient Care System," in Proc. of Korean Institute of Information Technology Conference, pp. 337-339, 2017.
- [6] E. Ha, "The implementation of Smart Care System for Dementia Patients," Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society, Vol. 15, No. 6, pp. 3832-3840, Jun. 2014.  
DOI: <https://doi.org/10.5762/KAIS.2014.15.6.3832>
- [7] D. Kwon, "A Study of Dementia Patient Care Monitoring System Based on Indoor Location Using Bluetooth Beacon," Journal of Digital Convergence, Vol. 14, No. 2, pp. 217-225, Feb. 2016.  
DOI: <https://doi.org/10.14400/JDC.2016.14.2.217>
- [8] L. Wan, C. Muller, D. Randall, and V. Wulf, "Design of A GPS Monitoring System for Dementia Care and its Challenges in Academia-Industry Project," ACM Transactions on Computer-Human Interaction, Vol. 23, No. 5, pp. 1-36, Oct. 2016.  
DOI: <https://doi.org/10.1145/2963095>

- [9] C. Lin, P. Lin, P. Lu, G. Hsieh, W. Lee, and R. Lee, "A Healthcare Integration System for Disease Assessment and Safety Monitoring of Dementia Patients," IEEE Transactions on Information Technology in Biomedicine, Vol. 12, No. 5, pp. 579-586, Feb. 2008. DOI: <https://doi.org/10.1109/TITB.2008.917914>
- [10] C. Greiner, K. Makimoto, M. Suzuki, M. Yamakawa, and N. Ashida, "Feasibility Study of the Integrated Circuit Tag Monitoring System for Dementia Residents in Japan," American Journal of Alzheimer's Disease & Other Dementias, Vol. 22, No. 2, pp. 129-136, Apr. 2007. DOI: <https://doi.org/10.1177/1533317507299414>
- [11] M. Rowe, A. Kelly, C. Horne, S. Lane, J. Cambell, B. Lehman, C. Phipps, M. Keller, and A. Benito, "Reducing dangerous nighttime events in persons with dementia by using a nighttime monitoring system," The Journal fo the Alzheimer's Association, Vol. 5, No. 5, pp. 419-426, Sep. 2009. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jalz.2008.08.005>
- [12] S. Kim, S. Shin, and S. Lee, "ZigBee Module Performance Analysis and Prototype Development for Widefield Use of Bio-Signals," Journal of KIIT, Vol. 17, No. 1, pp. 75-78, Jan. 2019. DOI: <http://dx.doi.org/10.14801/jkiit.2019.17.1.75>
- [13] S. Min, K. Lee, and B. Jin "A Design of Key Generation and Communication for Device Access Control based on Smart Health Care," Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society, Vol. 17, No. 11 pp. 746-754, Sep. 2016. DOI: <https://doi.org/10.5762/KAIS.2016.17.11.746>

## 저 자 소 개

### 피 경 준(비회원)



- 1994년 중앙대학교 체육교육학과 졸업(학사).
- 2018년~현재 단국대학교 미래 ICT 융합학과 박사과정
- 2016년~현재 ㈜폴스타헬스케어 이사.
- 주관심분야 : 사물인터넷, 헬스케어 시스템, 의료공학

### 이 경 미(비회원)



- 1992년 한성대학교 전산통계학과(이 학사)
- 1994년 성균관대학교 통계학과(경제 학석사)
- 1998년 성균관대학교 통계학과(경제 학박사).
- 2019년~현재 ㈜폴스타헬스케어 수 석연구원.
- 주관심분야 : 빅데이터분석, 헬스케어시스템, 사물인터넷

### 민 흥(정회원)



- 2004년 : 한동대학교 전산과학 졸업 (학사)
- 2011년 : 서울대학교 컴퓨터공학부 졸업(박사)
- 2013년 ~ 현재 : 호서대학교 컴퓨터정보공학부 부교수
- 주관심분야 : 운영체제, 무선 센서 네트워크, 스마트폰 센싱, 임베디드 시스템, 결합허용 시스템, IoT

※ 본 논문은 보건복지부의 국가치매극복기술개발사업의 연구결과로 수행되었음(HI18C1514, 생체신호측정이 가능한 스마트밴드, 스마트매트와 하이브리드 게이트웨이를 활용한 치매환자군 실시간 안심관리 플랫폼 개발)