

Design of Monitoring System based on IoT sensor for Health Management of an Elderly Alone

Hwa-La Hur*, Myeong-Chul Park**

*Professor, Dept. of Aeronautical Software Engineering, Kyungwoon University, Gumi, Korea

**Professor, Dept. of Avionics Engineering, Kyungwoon University, Gumi, Korea

[Abstract]

In this paper, proposes a health status monitoring system for socially marginalized elderly households living alone. This system is implemented by collecting various PHR biometric signals and residential environment information through IoT devices. In addition, the company aims to establish a basic infrastructure that can understand the situation of lonely deaths and implement prevention programs by strengthening the predictive ability through data analysis of the DB server based on PHR and information collected from IoT sensors. The sensor consists of an environmental information collection sensor and a noncontact and wearable sensor for biometric signal collection. A gateway is required to transmit the collected data to the server, and the prototype is presented in this paper. The paper has a discussion purpose of policy task for expanding medical welfare service. The results of this study are believed to help expand services to the socially marginalized and improve the medical environment of the people.

▶ **Key words:** Healthcare, IoT sensor, Health Monitoring System, Elderly Living Alone, PHR

[요 약]

본 논문에서는 사회 소외계층인 독거노인가구를 대상으로 IoT 기기를 통한 다양한 PHR 생체 신호와 환경정보를 수집하고 수집된 정보를 바탕으로 건강상태를 모니터링하는 시스템을 제안한다. 이와 함께, IoT 센서에서 수집된 정보와 PHR기반의 DB서버의 데이터 분석을 통한 예측능력을 강화하여 고독사 상황을 파악할 수 있는 기본 인프라 구축과 예방 프로그램을 이행하는 것을 목표로 하고 있다. 센서는 환경 정보 수집 센서와 생체 신호 수집을 위한 비접촉 및 웨어러블 센서로 구성되며 수집된 데이터를 서버로 전송하기 위해 게이트웨이가 요구된다. 본 논문에서는 게이트웨이의 프로토타입을 제시한다. 논문은 의료복지서비스의 확대를 위한 정책적 과제의 논의적 목적을 가지고 있다. 본 연구의 결과물은 사회 소외 계층에 대한 서비스 확대와 국민의 의료환경 개선에 도움이 될 것으로 사료된다.

▶ **주제어:** 헬스케어, IoT 센서, 건강 모니터링 시스템, 독거노인, 개인건강기록

-
- First Author: Hwa-La Hur, Corresponding Author: Myeong-Chul Park
 - *Hwa-La Hur (haru@ikw.ac.kr), Dept. of Aeronautical Software Engineering, Kyungwoon University
 - **Myeong-Chul Park (africa@ikw.ac.kr), Dept. of Avionics Engineering, Kyungwoon University
 - Received: 2020. 07. 21, Revised: 2020. 08. 10, Accepted: 2020. 08. 11.

I. Introduction

한국사회는 대가족제도 해체와 저 출산 및 고령화로 인하여 독거노인가구가 급증하고 있음에도 불구하고, 정부는 여전히 전통적인 대가족 제도에 기초한 의료복지정책을 펴고 있다. 대가족 제도에서는 자녀가 부모를 양육하는 1차적인 책임을 가지고 있으나 핵가족화 되는 시점에서 고령의 노인 가구를 양육하는 주체가 모호해지는 경향을 가지는 것이 큰 문제이다. 또한 대부분의 독거노인가구는 저소득층이 많으며 만성질환으로 인하여 고독사의 사례도 사회적 문제로 대두된 지 오래이다. 2019년 통계청의 고령자 통계를 살펴보면[1], 2019년 65세 이상의 고령자는 전체 국민의 14.9%이며 2020년에는 20.3%, 2067년에는 46.5%가 될 것으로 예상하고 있어 이에 대한 노인복지정책에 대한 다양한 요구가 제기되는 것으로 조사되었다. 또한 생활비 마련 방법에서 비취업자의 경우 49.4%가 본인이 부담하는 것으로 조사되었으며 진료비 증가율도 전 연령대에 비해 높은 14.7%로 조사되었다. 전반적인 사회 안전 인식에서도 고령자의 33.7%가 안전하지 않다고 답변하여 사회안전망에 대한 인식도도 매우 낮아지는 것으로 확인되었다. 그리고 2017년 통계청의 “사회조사”에서도 일하는 고령자는 76%, 비취업 고령자는 70.8%가 자녀와 동거하지 않는 것으로 확인되었으며 75세 이상의 일하는 고령자는 81.9%, 비취업 고령자는 69.3%가 자녀와 동거하지 않는 것으로 조사되었다. 또한 2018년 단독주택에 거주하는 고령자 가구가 47.9%로 전체 가구의 33.7%에 비해 단독주택 거주가 높은 것으로 조사되었으며 사망의 원인 분석에서는 암으로 인한 사망이 감소추세인데 반해, 심장질환의 증가하는 추이를 보이고 있다.

이러한 현실을 종합해 보면, 독거노인가구를 위한 의료 복지서비스의 변화가 시급함을 알 수 있으며 특히 1인 독거노인가구에 대한 건강관리 시스템의 도입의 절실하다. 본 논문에서는 고령자 1인 가구를 대상으로 생체 부착형 센서 및 환경센서 등을 포함하는 혼합형 IoT 기기를 활용하여 고령자의 생체 신호와 실내 활동정보를 수집하고 이를 개방형 PHR(Personal Health Record) 표준 플랫폼을 구성하고 수집된 정보를 인공지능이나 모바일 기반의 지능형 정보시스템을 통한 건강 및 안전관리 플랫폼을 설계하여 제안한다. 또한 분석된 의료 정보를 바탕으로 고령자의 운동처방 프로그램을 제공하여 실질적인 고령자 1인 가구에 대한 맞춤형 의료 환경과 모니터링 방법을 제시한다. 논문의 구성은 2장에서 고령자의 건강관리를 위한 기존의 연구와 배경 지식을 살펴보고 3장에서 IoT 게이트웨이의 설계와 구성 기능에 대해 기술한다. 4장에서는 제안하는

모니터링 시스템의 구조 설계에 대해 설명하고 5장에서 향후 연구에 대해 기술한다.

II. Background

1. Related works

인공지능기술이 다양한 분야에 도입되고 있지만, 헬스케어 분야는 개인정보보호 등의 제도적인 미비점과 개인 건강기록(PHR) 데이터와 의료시설내의 정보시스템인 OCS, EMR, PACS등에서 광의적인 용어 표준화와 데이터 전송의 제한점으로 실용화 단계에 이르지 못하고 있는 실정이다. 물론, 제한된 대학병원급의 의료시설에서 IBM사가 개발한 왓슨 포 온콜로지(Watson for Oncology)를 이용하여 각종 암 치료에 활용하고 있지만 개인의 건강 정보를 바탕으로 병원과 연계된 PHR 기반 건강관리 서비스를 제공하는 영역은 초기 단계에 머물고 있다. 대부분의 개인 건강관리를 위한 IoT 기기들은 심장 박동수 측정 등의 생체부착형 센서가 일반적이며 걸음수, 소모 칼로리, 운동 심박수 측정의 제한된 용도로 사용하고 있다. 이는 고령자의 건강관리를 위한 기기로는 사용성과 광범위한 영역으로 확장하기에 곤란하며 실질적인 고령자의 건강관리를 위한 요소로서는 많은 문제점을 가진다.

장봉석[2]은 지역사회 통합 돌봄 기본계획을 바탕으로 사회보장정보시스템과 지역보건의료정보시스템간의 연계 고도화를 통한 통합플랫폼을 언급하면서 사회보장정보시스템이 복지서비스 중심에 머물러 있고 의료정보시스템간의 단순 연계만을 고려한다고 하였다. 김일호[3]는 고령자는 건강정보이해능력이 취약한 인구집단임을 Chew 등이 개발한 척도를 이용하여 신뢰도와 타당도를 검증하였다. 또한 천희란[4]은 고령자의 건강리터러시 수준에서 사회경제적 차이가 있음을 제시하며 고령자의 건강증진 사업의 필요성을 제시하였다. 이지연[5]은 낙상사고와 생활패턴 이상 징후를 조기에 발견하여 응급 상황에 대응할 수 있는 헬스케어 서비스를 소개하였다.

위와 같이 기존 연구는 단위 측정 센서의 구현이나 복지서비스의 제안 및 필요성 제기, 인식도 조사 등이 대부분이었다. 본 연구에서는 고령자의 건강상태를 모니터링 할 수 있는 실증적 모델을 제시하고자 한다.

2. Sensor for bio-signal measurement

생체신호를 측정하는 방식을 크게 생체 비접촉형과 부착형으로 구분될 수 있다. 비접촉 생체신호 측정 센서는

UWB(Ultra Wide Band) 레이더 기술을 바탕으로 호흡과 심박 측정이 가능하며 이를 바탕으로 수면 중 무호흡을 측정할 수도 있다. 센서를 몸에 부착하지 않고 인체의 이동과 생체신호를 획득할 수 있는 특징을 가진다. UWB 레이더는 초광대역의 주파수를 사용하므로 다른 방식에 비해 인체에 무해한 장점을 가진다. UWB 레이더를 이용한 입실과 퇴실 감지는 Fig. 1과 같이 다른 레이더와 마찬가지로 신호를 송출하고 물체에 반사되어 되돌아 시간(Rt)으로 거리(D)를 측정한다. 이때, Vp는 대기 중의 전파속도로 빛의 속도(약 3*10⁸m/s)에 해당한다.

$$D = (V_p \times R_t) / 2 \quad (\text{식1})$$

입실자가 퇴실을 하게 되면 시간 간격에 따라 감지되는 거리가 가까워지며 입실할 경우에는 반대로 거리가 멀어지는 원리를 이용하여 입퇴실 여부를 판단한다. 그리고 감지되는 거리가 일정하면 움직임이 없는 것으로 판단할 수 있다.

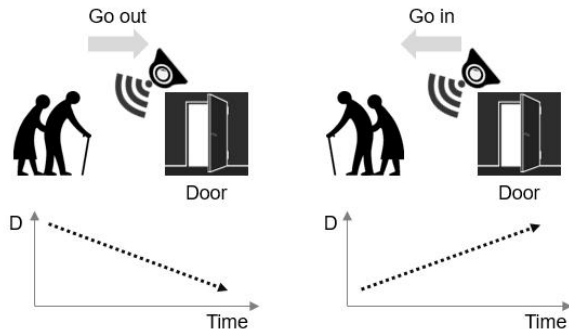


Fig. 1. Indoor detection using UWB

레이더에서 송출된 신호는 사람에 닿는 영역 신호만 반향된다. 이때 신호의 일부는 인체를 투과하기도 하는데 이를 이용하여 심박 수를 측정할 수 있다. 인체에서 반사되는 신호는 호흡과 심박에 의해 발생하는 위상 변화를 가지게 된다. 시계열 데이터를 분석하여 심박 정보를 추출할 수 있다[6,7].

Xiaolin[8]은 UWB 레이더 기술을 이용한 호흡 신호 검출의 실현 가능성을 개선하기 위해 펄스의 표준 편차 기반 척도를 분석하는 방법을 제안하였고, 김수진[9]은 실내에서 위치를 추정하기 위한 UWB 채널 측정기법을 소개하였다. K. Tsuchiyama[10]는 UWB 센서를 이용하여 노인들이 화장실에서 낙상이나 뇌졸중 등을 사고를 감지하고 건강상태를 모니터링 시스템을 제안하였으며 검출율도 95%이상으로 매우 높게 탐지하는 효과성을 보였다. 또한 A. Vecchio[11]는 UWB 기술을 이용하여 보행자의 걸음걸이를 머신 러닝으로 분석하여 사용자를 식별하는 기술을 소개하였다. 유메인[12]은 국내 유일의 바이오 헬스케어 레이더 센서 업체로 독

거노인 케어, 사무실과 스마트 홈의 재실감지 등에 적용할 수 있는 UWB 레이더 센서 모듈을 소개하였다.



Fig. 2. UWB Sensor Module for Detection of Breathing & Occupants(Thunder 360)[12]

본 연구에서 사용하는 생체 부착형 센서는 심장 박동수 측정센서와 근전도 측정센서로 구성된다. 심장박동 측정센서는 고령자의 일상생활 심박변이도를 분석하고 과도한 움직임과 운동량으로 인한 호흡곤란, 심정지 등의 응급 상황에 대비하기 위한 목적이다. 근전도 측정 센서는 신체 부위별 신체능력을 판단하고 운동 가동범위와 우선순위를 제공한다. 또한 좌우 밸런스 유지능력을 분석하여 낙상을 예방하기 위한 운동을 처방하는데 사용한다.

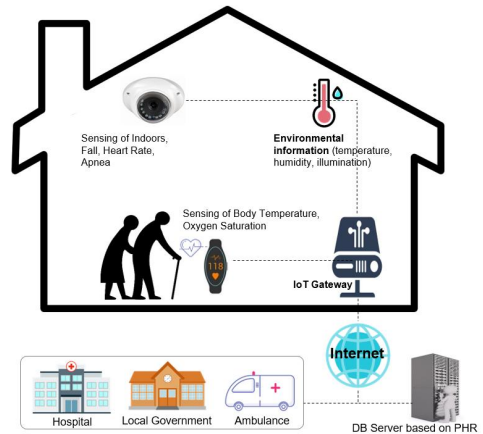


Fig. 3. Overview of the Proposed System

Fig. 3 은 본 연구에서 제안하는 고령자 가구의 센서와 정보 통합 전송을 위한 게이트웨이 및 사회안전망과 연결하기 위한 구조를 간략히 보인 것이다.

III. Design of IoT Gateway

1. Structure of IoT Gateway

고령자의 가정 내의 생체정보와 환경정보를 모니터링하기 위해서는 데이터를 송수신할 수 있는 네트워크가 제공되

어야 한다. 그리고 각종 센서 디바이스를 통한 PHR 데이터의 원활한 수집과 제어를 위해서 IoT 게이트웨이가 요구된다. 또한 게이트웨이와 데이터 서버는 다양한 응용 서비스를 위하여 개방형 API를 구성하여야 한다. Fig. 4는 구현하고자 하는 IoT 게이트웨이의 기본적인 설계를 보인 것이다.



Fig. 4. Internal Configuration Diagram of IoT Gateway

게이트웨이의 주요 기능은 PHR 기반의 데이터 송수신 기능과 센서와 통신하기 위한 WiFi(IEEE802.11b/g/n) 네트워크 구성 기능, 정보서비스를 위한 사용자 제공 기능, 정전을 대비한 백업 전원 기능과 무자각 생체신호(재실, 움직임, 활동량, 무호흡) 감지 기능, 부착형 센서를 통한 심박, 산소포화도, 체온, 운동량, 근전도 수신 기능이 필요하다. Table 1은 각종 센서 연결 등의 사용자 관점의 각 포트별 주요 역할을 명시하였다.

Table 1. User Ports of IoT Gateway

No	Type	Description
1	LCD I/F	Display for checking the status of the device
2	UART	RS485/422 DRIVER_IC is built in to connect the UWB sensor
3	GPIO	MUX for collecting environmental information
4	UART	125Khz RFID_IC is built in to connect the card reader
5	SPI	Voice I/O using Voice_IC (ML22422)
6	SDIO	WiFi Module
7,8	GPIO	Connect for home appliances and gas control
9	UART	Bluetooth Module(option)

Table 2는 내부 메모리 및 인터넷 연결, 내부 프로세서 디버깅 등의 관리자 관점의 포트별 역할을 명시한 것이다.

Table 2. Manager Ports of IoT Gateway

No	Type	Description
A	EMI	DDR3 memory connection via External Memory Interface
B	EMI	NAND flash memory connection via External Memory Interface
C	Ethernet MAC	Ethernet_PHY and RJ45 for WAN connectivity
D	JTAG	Developer port for debugging processors(Joint Test Action Group)
E	I/F	Keypad connection (in case of emergency)
F	GPIO	LED for communication status check
G	USB	For S/W Updates(option)
H	SPI/I2C	Serial flash memory connection

2. Internal Configuration of IoT Gateway

Fig. 5와 같이 IoT 게이트웨이는 내부는 크게 두 가지 영역으로 구성되어 있다. 하위의 리눅스 커널 영역에서는 open, read, write, ioctl 함수 등의 시스템 콜 기반에서 프로세스 관리, 메모리 관리, 스케줄러, RTC(Real-time clock)의 커널 코어가 구성되고 각종 드라이버 모듈이 동작하게 된다. 기능 영역은 CSU(Computer Software Unit)가 자리하는 영역으로 외부 PHR 기반의 데이터베이스 서버에서 오브젝트를 액세스하는 모듈과 블루투스 및 와이파이 등의 통신 모듈, 센서를 제어하는 모듈로 구성되어 있다. 또한 내부에는 개인별 정보관리를 위한 PHR Client 메모리 영역이 존재한다.

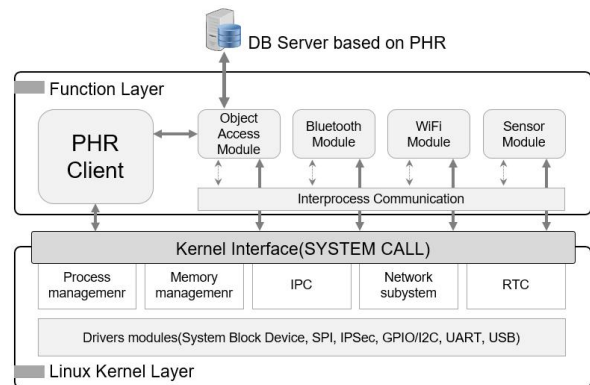


Fig. 5. Internal Configuration of IoT Gateway

IV. Design of Monitoring System

1. Design of IoT Devices and Network

고령자 1인 가정을 대상으로 IoT 기기를 통하여 다양한 PHR 생체 신호 및 환경정보를 수집하기 위하여 대상자에게는 생체정보를 수집하기 위한 다양한 센서기술을 활용한다. 심장박동수와 근전도 측정을 위한 접촉식 생체 부착형 센서와 비접촉식 무자각 생체신호 측정 센서의 IoT 기기를 제공한다.

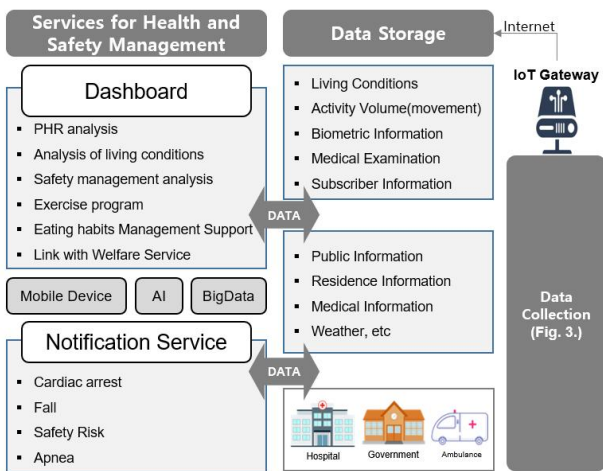


Fig. 6. Diagram of Monitoring System

또한 환경정보의 수집을 위하여 온도, 습도, 조도를 측정할 수 있는 환경 센서를 가정 내 게이트웨이 장비로 부착한다. 생체 부착형 센서는 심장 박동수 측정센서를 착용하여 고령자의 심박수, 산소포화도, 체온, 운동량 정보를 측정할 수 있으며 근전도 측정센서를 이용하여 운동처방을 위한 근전도 정보를 측정을 제공하게 된다. 무자각 생

체신호 측정 센서는 비접촉식 레이더 방식으로 재실, 낙상, 수면 무호흡, 활동 등의 정보를 감지하게 된다. 이와 더불어 환경 측정 센서를 추가하여 생활패턴을 파악하는 추가정보로 이용된다. 이러한 IoT 기기를 기반으로 돌봄, 구조, 의료구급 상황을 판단하고 필요시 의료기관이나 공공기관 및 구조기관 등에 알림서비스를 제공한다. 수집된 생체 정보에 대한 모니터링은 Fig. 7과 같이 크게 건강안전관리 서비스 계층과 데이터 저장 계층, 데이터 수집 계층으로 구분하여 설계한다. 건강안전관리 서비스 계층에서는 데시보드를 이용하여 대상자에 대한 PHR과 생활환경을 분석하여 정보를 제공한다. 특히 열악한 환경에서 생활하는 저소득 가입자의 경우 실시간으로 환경 개선 노력을 위한 정보로 이용된다. 또한 대상자의 안전정보를 분석하여 제공하고 재실하는 시간이 장기적일 경우, 적절한 운동 프로그램을 제공하고 식습관 등의 전반적인 생활 패턴의 개선책을 강구한다. 결과적으로 제공되는 정보를 바탕으로 실질적인 의료복지서비스를 제공할 수 있다. 또한 수집된 데이터 정제를 거쳐 머신 러닝 엔진을 통하여 예측 분석하여 심박정지, 낙상, 안전위험, 무호흡 등의 긴급 상황을 사회안전망에 연결된 기관에 실시간으로 통지하게 하고 사용자에게는 모바일 기기를 통하여 상황 예측 정보를 제공하게 된다. 데이터 저장 계층은 개방형 PHR 표준안과 가이드라인에 따라 적재되며 건강안전관리 서비스 계층과 데이터를 연계하여 각종 공공기관의 정책 및 개선 노력에 사용되게 된다. 데이터 수집 계층은 앞서 설명한 대상자의 가정 내에서 수집되는 시스템에서 발생하는 계층으로 게이트웨이를 통하여 감지 및 측정된 정보가 데이터베이스 서버로 전송되게 된다.

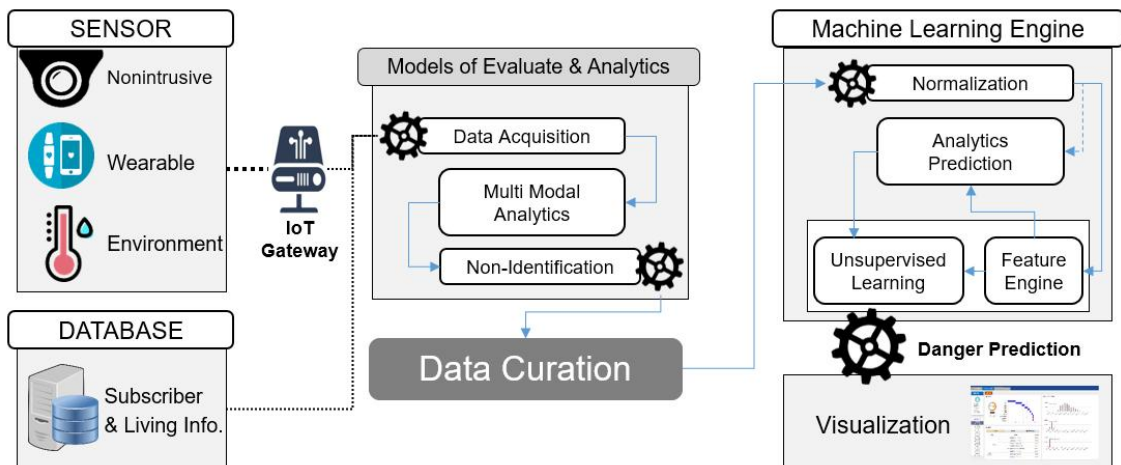


Fig. 7. Machine Learning Process using PHR data

2. Design of Machine Learning Engine

Fig. 8은 머신 러닝 프로세스를 도식화 한 것으로 예측에 필요한 정보를 IoT 게이트웨이를 통하여 수집하고, 공공 및 환경 정보를 이용하여 지능형 분석에 필요한 기초자료를 마련하였다. 기초자료에서 추출 및 정제 과정을 거쳐 학습을 위한 데이터화를 진행한다. 수집된 기초자료는 정제 과정 이전에 익명화와 비식별화를 통하여 보안성을 유지해야 하며 정제 과정을 마치면 인터페이스를 통하여 머신 러닝 엔진으로 전달하게 된다. 정제 과정은 Fig. 6과 같이 수집된 기초자료를 바탕으로 정형화된 데이터 셋을 생성하고 가용한 데이터 셋을 구성과 개선 작업을 거친다. 그리고 특정 규정을 적용하여 데이터 셋을 체크하고 검토와 검증작업을 수행한다. 마지막으로 데이터 셋이 승인되면 머신 러닝 엔진으로 전달하게 된다.

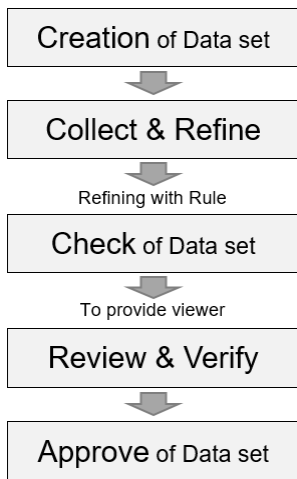


Fig. 8. Process of Data Curation

머신 러닝 엔진은 학습데이터를 이용하여 최적의 정확도를 보장할 수 있는 예측모델을 제작하고, 이를 활용하여 최적의 PHR 데이터를 활용한 생활환경 및 위험 분석, 예측하고 결과를 사회안전망의 기관과 가족 등에게 제공한다. 분석 대상은 노인성질환, 노쇠현상, 생활의 질, 안전 및 환경등 이다.

3. An Exercise Program to Improve Health

수집 및 정제되어 학습된 서버의 데이터와 생체신호 측정 데이터를 이용하면 고령자의 건강관리를 위한 운동 처방 프로그램을 제공할 수 있다. Fig. 9와 같이 제공된 프로그램에 따른 행위를 사용자의 부착형 생체신호 센서를 통하여 심박 및 근전도 정보를 스마트 폰에 전송하고 스마트 폰은 맞춤형 운동 처방 플랫폼 서버(CEPPS: Customized

Exercise Prescription Platform Server)에 데이터를 실시간으로 전송한다. CEPPS는 운동 전문가 설계한 콘텐츠를 추천받아 해당 영상 스트리밍을 스마트 폰으로 제공한다. 사용자는 처방된 운동 콘텐츠에 따라 운동을 실시하면 해당 생체 신호 센서를 행위 정보를 스마트 폰으로 전송하는 방식으로 반복된다.

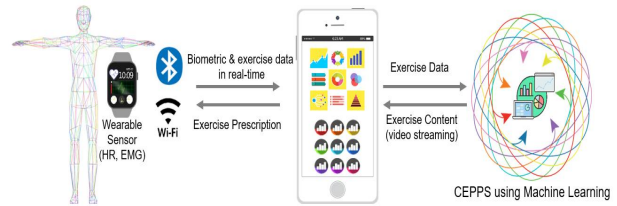


Fig. 9. Flow Chart for Providing Exercise Programs

운동처방을 위한 구성요소는 나이, 부상 및 통증, 수면량, 체지방, 병력, 체중, 신장, 성별에 따라 조정되며 이에 따른 운동처방 프로그램은 운동 강도, 운동 속도, 실시횟수, 실시 시간, 휴식 시간, 세트 수, 일일 및 주간, 월별 운동, 분기별 운동, 연간 운동으로 구성된다.

V. Conclusions

본 논문은 독거노인을 대상으로 생체 부착형 센서와 무작각 센서의 혼합형 IoT 기기를 활용하여 생체 신호와 실내 활동 정보를 통한 건강상태를 파악하고 환경센서를 이용하여 주거정보를 수집하여 모니터링하는 통합시스템을 설계하였고 개방형 PHR 플랫폼을 통한 머신 러닝의 지능형 정보시스템을 통한 건강 및 고령자의 안전관리 플랫폼의 프로토타입을 제시하였다. 또한 다양한 센서의 정보 수집을 위한 게이트웨이의 구성 및 기능적 요소를 설계하여 사회안전망의 각 기관에 연계할 수 있는 구조를 보였다. 제안한 시스템 설계는 사회적 약자인 독거노인의 건강관리와 삶의 질 향상에 도움이 될 것으로 사료되며 능동형 사회의료복지 서비스를 구현하는데 도움이 될 것으로 사료된다. 향후, 대국민 PHR 의료정보 제공 및 유관기관의 논의를 거쳐 논문에서 제안하는 프로토타입을 실제 적용 가능한 시스템으로 구현하고자 한다.

REFERENCES

- [1] The Statistics Korea, The statistics on the aged in 2019.
- [2] Jang Bong-seok, Kim Seok-jin. "A Study on Social Security Platform - Focusing on Behavioral Design Platform in Caring Area-," Korean Social Security Studies, Vol. 35, No. 2, pp. 115-142, 2019. DOI: 10.22793/INDINN.2019.35.2.005
- [3] Il-ho Kim, Heeran Chun, Sung-il Cho. "Validation of the Measure of Health Literacy for the Elderly". THE JOURNAL OF THE KOREAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION, Vol. 44, No. 4, pp.99-109, 2018. DOI : 10.22900/kphr.2018.44.4.009
- [4] Heeran Chun. "Social Disparity in Health Literacy among Older Adults". THE JOURNAL OF THE KOREAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION, Vol. 46, No. 1, pp.87-96, 2020. DOI : 10.22900/kphr.2020.46.1.008
- [5] Lee Ji Yeon, Lee Jae Ick, Jeon Ji Ho. "An empirical study on the elderly healthcare service for the elderly using ICT - Centering on Songpa-gu area -". Design convergence study, Vol. 16, No. 1, pp.257-280, 2017. UCI: G704-SER000008947.2017.16.1.014
- [6] Hui-Sup Cho, Young-Jin Park. "Detection of Heart Rate through a Wall Using UWB Impulse Radar". Journal of Healthcare Engineering, Vol. 2018, 2018. DOI : 10.1155/2018/4832605
- [7] Q. Jian, J. Yang, Y. Yu, P. Björkholm and T. McKelvey, "Detection of breathing and heartbeat by using a simple UWB radar system," The 8th European Conference on Antennas and Propagation (EuCAP 2014), pp. 3078-3081, 2014. DOI: 10.1109/EuCAP.2014.6902477
- [8] Xiaolin Liang, Yongling Jiang. "Detection of Breathing Rates in Through-wall UWB Radar Utilizing JTFA". KSII Transactions on Internet and Information Systems (TIIS), vol. 13, pp.5527-5545, 2019. DOI : 10.3837/tiis.2019.11.014
- [9] S. Kim, J. Myung, J. Kang, T.-K. Sung, and K.-E. Lee, "Ultra-WideBand Channel Measurement with Compressive Sampling for Indoor Localization," The Journal of Korean Institute of Communications and Information Sciences, vol. 40, no. 2, pp. 285-297, Feb. 2015. DOI : 10.7840/kics.2015.40.2.285
- [10] K. Tsuchiyama and A. Kajiwara, "Accident Detection and Health-Monitoring UWB Sensor in Toilet," 2019 IEEE Topical Conference on Wireless Sensors and Sensor Networks (WiSNet), Orlando, FL, USA, pp. 1-4, 2019. doi: 10.1109/WISNET.2019.8711812
- [11] A. Vecchio and G. Cola, "Method based on UWB for user identification during gait periods," in Healthcare Technology Letters, vol. 6, no. 5, pp. 121-125, 2019, doi: 10.1049/hlt.2018.5050.
- [12] UWB Sensor Module, <http://www.umain.co.kr/>

Authors



Hwa-La Hur received a M.S. degree in Computer Engineering from Dong-a University in 1992, a Ph.D. degrees in Electronic Engineering from Pusan National University in 2001.

He is currently a Professor in the Department of Aeronautical Software Engineering, KyungWoon University. He is interested in Time-Dealy, Model predictive control, Remote control robot.



Myeong-Chul Park received a B.S. degree in Computer Science from Korea National Open University in 1999, a M.S. and Ph.D. degrees in Computer Science from GyeongSang National University in 2002, 2007.

He is currently a Professor in the Department of Avionics Engineering, KyungWoon University. He is interested in Visualization, Simulation, Education of Software, Virtual Reality, and Parallel Programming.