

## IoT 기반 고령자 행동 인터벤션 시스템 개발

양 소 현\*, 홍 서 희\*, 손 상 준\*\*, 김 준 우\*\*\*, 김 재 훈°

## Development of IoT-Based Behavioral Intervention System for Senior People

So Hyun Yang\*, Seo Hee Hong\*, Sang Joon Son\*\*, Jun Woo Kim\*\*\*, Jae Hoon Kim°

## 요 약

고령자들의 정신적/육체적 건강 유지를 위해 디지털 메디신 (Digital Medicine)의 일환으로 일상에서의 운동 프로그램을 사용하는 시도가 다양하게 이루어지고 있다. 특히 웨어러블 기기에 부착된 센서를 활용한 운동 처방과 분석 방법은 IoT 기술을 헬스케어 분야에 적용시키는 대표적인 예로 제시된다. 본 연구에서는 현재 수원시 노인정 신건강센터에서 운영하는 운동 프로그램에서 기존에 수기로 수집되고 작성되는 데이터 분석의 신뢰성을 개선하고 노인들의 운동 동기를 촉구하고자 스마트밴드와 BLE 스캐너 장치를 활용하여 IoT(Internet of Thing)기반 행동 인터벤션(intervention) 시스템을 구현한다. 실제 운동 처방과 운동 데이터 분석을 통해 행동 인터벤션 시스템을 테스트하여 데이터 수집과 분석의 무결성을 검증하고 시스템의 개발과 적용에 대한 일련의 과정을 제시한다.

**Key Words** : Behavioral Intervention, IoT, Senior People, Location

## ABSTRACT

Rapid growth in mobile communication and the proliferation of smart devices have drawn significant utilization of machine generated data. Behavior tracking technology now are utilized in the various fields based on extracting data using the sensor and device. We deploy IoT based behavioral intervention system in Suwon mental health center to improve the effectiveness of non-medicine care for senior people. Using smart activity trackers and BLE scanner devices, we proposed a location-based behavioral intervention system and verify the integrity of the harvested data.

## I. 서 론

최근 컴퓨터 기술의 급속한 발전으로 인해 기존의

텍스트 위주의 사용자 환경에서 벗어나 이미지, 그래픽, 오디오 및 비디오 데이터 등을 제공하는 멀티미디어 사용자 환경으로 변화하고 있다. 웨어러블 디바이

\* 본 연구는 2016년도 정부(미래창조과학부)의 재원으로 정보통신기술진흥센터의 지원을 받아 수행되었습니다. (No.2016-0-00151, LWA/LAA 듀얼모드를 지원하는 LTE 소형 기지국 개발)

\*\* 본 연구에 쓰인 스마트밴드와 스캐너는 (주)레인보우와이어리스의 기술지원을 통해 구현되었고, Thing+ 클라우드 시스템은 (주)달리웍스의 기술지원을 받아 연구에 활용되었습니다. 또한, 본 연구는 실험 대상자 모집 및 관리 등 실험 진행에 있어 수원시 노인정 신건강센터의 지원을 받았습니다.

◆ First Author : Ajou University Department of Industrial Engineering, ysh93@ajou.ac.kr, 학생회원

° Corresponding Author : Ajou University Department of Industrial Engineering, jayhoon@ajou.ac.kr, 정회원

\* Ajou University Department of Industrial Engineering, heehh66@gmail.com

\*\* Ajou University Department of Psychiatry, sjsonpsy@gmail.com

\*\*\* OBS Korea, junwoo.kim@gmail.com

논문번호 : KICS2016-09-234, Received September 1, 2016; Revised October 17, 2016; Accepted February 2, 2017

스와 클라우드 시스템의 확산은 다양한 분야에서 정보의 상호통신에 기반한 응용 프로그램의 개발을 촉진하고 있다. 소형의 웨어러블 디바이스들에 적용된 Wi-Fi, BLE, LTE 등의 무선 통신 인터페이스는 웨어러블 디바이스에 부착된 다양한 센서 정보를 클라우드 시스템에 쉽게 전송하여, 사용자 행동기반의 응용 프로그램 개발과 이용을 크게 확산 시켰다<sup>11</sup>. 특히 비콘(Beacon)을 활용한 BLE (Bluetooth Low Energy) 기술과 저전력 MAC 프로토콜<sup>12-51</sup>을 이용한 웨어러블 디바이스 기반 응용 프로그램은 클라우드 시스템과 유기적으로 결합하여 그 응용 영역이 급속도로 확산되고 있는 추세이다<sup>61</sup>.

웨어러블 디바이스에 적용된 센싱 기술을 이용하여 이용자의 위치를 파악하고 이에 대해 특정 사람의 위치 추적, 지역특성 정보조회, 위치기반 경로지원, 위치기반 과금, 위치 기반 전자상거래 등 다양한 서비스를 제공하는 위치기반 서비스 역시 활발하게 상용화되고 있으며 수집된 위치 데이터를 바탕으로 다양한 종류의 응용 프로그램 서비스를 시장에 제공하고 있다.<sup>171</sup>

본 연구에서는 이러한 웨어러블 디바이스와 클라우드 시스템에 기반한 측위 데이터의 측정과 분석을 노인 정신건강 상태의 모니터링과 행동 유도에 활용할 수 있도록 하는 IoT 행동 인터벤션 시스템을 제시한다. 실험 대상이 되는 노인들은 현재 수원시 노인정신건강센터에서 운영하는 운동 프로그램을 수행하고 있는 분들로, 기존의 방식은 노인들의 운동 활동 유무를 확인할 수 있는 정량적인 데이터를 대면 조사나 전화를 통해 수기로 수집하고 있고, 검증 역시 실험 대상자의 진술에 전적으로 의존하고 있어 관리가 어렵고 데이터의 신뢰성을 보증할 수가 없는 한계가 누차 지적돼 온 상태이다. 이에 노인들의 운동 프로그램 참여를 활발히 촉구하고 데이터의 신뢰성을 확보하기 위해, 최소한의 밴드형 웨어러블 디바이스와 BLE 스캐너 장치를 활용하여 운동 인터벤션 시스템을 구축한다. 운동 프로그램 중에 발생하는 데이터들을 온라인 클라우드에 전송되며 데이터를 분석하고 관리하는 시스템 도구 (system tool)로 안드로이드(Android) 기반의 어플리케이션(application)을 제작하여 운동 프로그램의 관리자들이 편리하게 운동을 처방하고 결과를 확인할 수 있도록 하였다. 위치기반 기술을 이용한 노인 운동 트래킹(Tracking) 시스템 개발 사례는 앞으로 이와 유사한 미아의 위치파악 등 위치 추적이 필요한 IoT 서비스 시스템을 개발하는 데에 충분히 참고가 될 수 있는 사항이다. 또한 본 연구에서 밝힌 시스템 개발 도중 일어났던 문제점과 해결책은 차후 BLE 기

반의 위치기반 서비스 시스템을 구축할 때 유용하게 활용될 수 있다.

논문의 구성은 다음과 같다. 우선 II장에서는 전체적인 시스템 환경과 동작절차에 대해 살펴보고, III장에서는 스캐너(Scanner)의 내부 구조 및 동작 원리에 대하여 기술한다. IV장에서는 안드로이드를 기반으로 개발한 어플리케이션의 구조 및 기능에 대해 설명하며 V장에서는 이러한 시스템을 활용하여 실험을 실시하였을 때의 결과를 기술한다. 마지막으로 VI장에서는 결론을 맺는다.

## II. 시스템 환경 및 시스템 동작 절차

아래 그림 1은 웨어러블 디바이스와 클라우드, 관리자용 어플리케이션으로 구성된 전체 시스템의 개략적인 개념도이다. 본 시스템을 구축하기 위해서는 쉽게 탈부착이 가능한 스마트밴드와, 운동 장소에 설치될 BLE 스캐너가 운동 프로그램이 운용되는 현장에 요구되고 이들 스마트밴드와 스캐너가 연결되는 온라인 클라우드 시스템이 원격지에 설치된다.

위 시스템은 스마트밴드를 손목에 차고 실험 대상자가 스캐너에 근처에 가까이가면 BLE 통신을 이용하여 밴드의 MAC 주소(address)와 해당 스캐너의 장소 정보가 클라우드에 전송되어 저장되는 방식으로 동작한다. 이 때 밴드를 스캔하는 과정에서 사용되는 통신방식은 BLE<sup>8,91</sup>방식으로 태그나 코드를 인식하기 위해 사용자의 특정한 행동이 필요했던 기존의 NFC (Near Field Communication)와 QR(Quick Response) 코드와는 달리<sup>101</sup> 자동으로 사용자의 위치를 파악하는 것이 가능하다. 또한 일반적인 GPS 대신 BLE 신호를 기반으로 위치를 추적하므로 실내에서도 적용이 가능

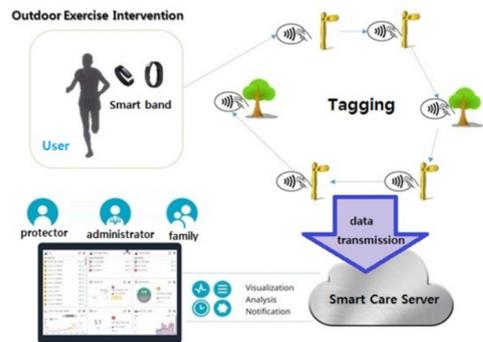


그림 1. 시스템 개념도  
Fig. 1. A concept diagram of the system operation

한 장점이 있다<sup>[11]</sup>. BLE 기술은 Bluetooth Specification V4.0<sup>[12]</sup> 이후부터 발표된 기술로 데이터 전송 요구가 있을 때 데이터를 전달하는 비동기식 방식과 연결(Connection)유지를 통하여 주기적으로 전달하는 동기식 방식을 모두 지원하여 기존 Bluetooth 방식 대비 높은 에너지 효율을 보인다<sup>[13]</sup>.

데이터를 저장할 온라인 클라우드의 경우, 다양한 IoT 디바이스 연동을 지원하고 편리한 웹 사용자 인터페이스를 갖춘 Thing+ 클라우드<sup>TM</sup>를 사용한다. 특히 Thing+에서는 장치 관리 및 소프트웨어를 배포 및 관리하는 기능을 기본적으로 제공하며 REST API 기반 라이브러리 역시 제공하고 있어 응용 시스템을 구축하기에 용이하다.

### III. 스캐너 내부 구조 및 동작 원리

#### 3.1 스캐너 내부 구조

설치될 스캐너의 내부 구조는 다음 그림 2와 그림 3과 같이 인텔 에디슨 기반 리눅스 임베디드 보드와, 데이터를 LTE 통신으로 클라우드로 전송할 LTE 모듈로 구성되어있다. 실험에 사용한 리눅스 임베디드 보드는 BLE기능과 Wi-Fi 기능이 탑재된 CPU를 모두 가지고 있다.



그림 2. 시스템에 사용된 스캐너  
Fig. 2. The scanner used in this system



그림 3. 시스템에 사용된 LTE 모듈  
Fig. 3. The LTE communication module used in this system

#### 3.2 스캐너 동작 원리

스캐너는 아래의 그림 4와 같이 BLE 기술을 사용하여 스캐너 근처의 스마트밴드를 스캔한 후 해당 스마트밴드의 MAC주소와 스캐너의 ID 번호를 LTE 모듈을 이용하여 Thing+ 클라우드로 전송한다. 스캐너 내부의 에디슨기반 리눅스 임베디드 보드는 Wi-Fi 인터페이스로 LTE 모듈과 연결된다.

LTE 통신 기술은 전송속도가 빠르지만 전력을 많이 소비한다. 따라서 전원이 공급되지 않을 경우, 스캐너의 배터리 소모 문제가 발생한다. 이를 방지하기 위해, 가로등 또는 건물 벽과 같이 전원이 공급되는 위치에 스캐너를 설치하였다. BLE 통신 기술은 근거리 기기 간의 직접적인 통신 기법이다. 이 기술은 통신 범위가 좁고, 연결이 불안정하다는 문제가 있다. 본 실험에서는 QoS(Quality of Service) level 1의 MQTT(Message Queuing Telemetry Transport) 프로토콜을 적용하였다. 이는 클라우드에 데이터 전송 시 메시지를 한번 이상 중복 전송하도록 하는 프로토콜이다. 또한 스캐너가 밴드를 인식하는 거리를 측정하여 실험자들에게 충분한 설명을 한 후 예비 실험을 실시하였다. 이에 대한 자세한 내용은 ‘나. BLE 통신으로 밴드의 MAC 주소 추출’과 ‘다. 스마트밴드와 스캐너 정보의 클라우드 저장’에서 소개한다.

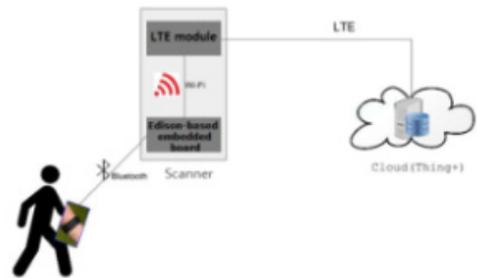


그림 4. 스캐너 내부 인터페이스  
Fig. 4. Connection between Linux embedded board, LTE module and Cloud

##### 3.2.1 Thing+ 클라우드에 게이트웨이 설정

Thing+ 클라우드는 실험자가 착용한 밴드를 게이트웨이(gateway)로 지정하고 해당 게이트웨이가 방문한 스캐너 ID 번호를 센서 값 (sensor value)으로 설정하여 해당 센서 값을 실시간으로 저장한다. 이를 위해 데이터가 저장될 Thing+클라우드에 게이트웨이를 설정해 주는 작업이 필요하다. 따라서 그림 5와 같이 Thing+ 클라우드에 각 스마트밴드에 대하여 밴드의

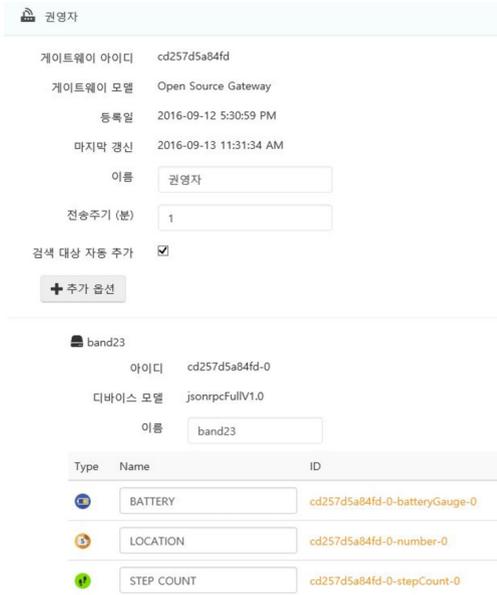


그림 5. Thing+ 클라우드의 게이트웨이 설정 화면  
Fig. 5. The screen of setting gateways in Thing+ cloud

MAC주소를 게이트웨이 ID로 설정하고 게이트웨이의 이름에 실험대상자인 노인의 이름을 설정한다. 이때 데이터 전송주기는 1분으로 하여 배터리 잔량, 위치 정보, 걸음 수를 센서 값으로 갖도록 한다. 표 1은 Thing+ 클라우드에서 설정한 실험대상자에 할당된 스마트밴드의 MAC주소와 API키이다.

표 1. 노인 별 MAC 주소와 API 키  
Table 1. Mac address and API key of the Elderly

Elderly	Mac address	API Key
A	CD:1E:4D:40:AD:2A	cB6ZKuXkDK_QfNEXKp_iqW2T6oQ=
B	EB:F0:48:AF:F2:FC	vTwmTNuL1w_gnz3iZ2opuUGyehM=
C	E5:68:74:2A:30:17	utOthV1SX413rLs-jHibBhK14yU=
D	D4:FA:68:D5:C5:A9	s5-5MeFJMEjqxvr5OsZnmXCA8_A=
E	EA:FB:BE:8D:AF:90	A_vBrYyi_aElKHJ5S4OW_Yi5Fc0=
F	FB:C0:40:0F:EE:E0	IPXbSwSf1R-nrmJQreOi1UOvRYA=
G	FE:70:20:AC:39:37	z82tFfTXIK2gISYRmUfob9Dey7s=
H	DA:DB:DD:5F:D2:06	gEIEkc_3ZMBuxtQciUXqnCKC4Ow=
I	EA:40:5C:4C:81:F2	KoDcpv2A6pM-MOKLlpT8CYUaOzM=

J	F8:B8:EE:05:86:52	C0QORcVpa0B1pp00q_uA-gGhi2M=
K	FB:77:6D:B2:36:55	mQMb6H3VGb8jKSMp4PacvhfYKlc=
L	FA:3F:FE:4E:0C:81	LlgsExJ38HG8GKtfTi63W7_NZKs=
M	E0:2E:9D:91:EE:AE	MWjoKeK7X1tsLdtpD0Lbt3ork_s=
N	E6:C7:ED:10:30:7B	jBW_5D-cp6ETUFbx-hCcX-NcafQ=

### 3.2.2 BLE 통신으로 밴드의 MAC주소 추출

스마트밴드가 스캐너 근처에 가까이 가면 BLE 통신을 이용하여 스마트밴드의 MAC 주소를 가져오게 되는데 이 때에 필요한 코드를 스캐너에 삽입하게 된다. 코드의 작성에는 SSH(Secure Shell) 프로토콜을 사용하였다. SSH 프로토콜은 RSA 암호 메커니즘을 사용하며 암호화 호스트 인증을 통하여 클라이언트(Client)와 서버(Server)사이의 안전한 통신 채널을 제공하는 프로토콜로 공개키 기반의 암호화 방식을 사용한다. SSH 프로토콜은 안전하지 않은 통신 채널을 갖고 있는 사용자들 간에 보다 안전한 암호화 통신을 제공해준다는 이점이 있다<sup>[14,15]</sup>. 스캐너에 스마트밴드가 스캔되는 절차는 그림 6과 같다. 먼저 장치(device)를 탐색하고 스캔되는 구간(interval)과 유형(type), 필터(filter)등을 BLE 스캔 파라미터로 설정하고 이벤트 마스크(event mask)를 지정해 준다. 그 뒤, 해당 스캐너 근처에 있는 스마트밴드를 스캔할 수 있도록 설정해 준 후 스캔이 되면 스캔된 밴드들의 MAC 주소를 모두 읽어와 이것을 Thing+ 클라우드 상에 저장하는 작업을 하고 장치와의 연결(connection)을 닫게(close) 된다.

한 편 위와 같이 BLE 통신을 사용한 스마트밴드의



그림 6. 스캐너에 밴드가 스캔되는 절차  
Fig. 6. The scanner's process of scanning the smart band

인식에는 거리의 한계가 있다. 실험을 통하여 확인해 본 결과, 스캐너로부터 약 50~70m 사정거리 내의 스마트밴드만 인식이 가능하였다. 따라서 초기에 실험 대상자들이 운동하는 과정에서 스캐너가 밴드를 인식할 수 있는 한계거리 안으로 가까이 다가가지 않고 지나치는 경우가 많아 데이터가 누락되는 문제가 발생하였다. 이러한 문제를 해결하기 위하여 정확한 데이터를 얻기 한 달 전부터 예비 실험을 실시하였고 대상자들의 운동 데이터 누락을 확인하기 위해 지속적으로 전화와 대면 조사를 실시하였다. 데이터 누락이 발견된 경우 대상자에게 인식 한계거리에 대한 교육을 실시하였고, 이에 본 실험부터는 정확한 데이터를 얻을 수 있었다.

### 3.2.3 스마트밴드와 스캐너 정보의 클라우드 저장

스캐너가 인식한 스마트밴드의 MAC 주소가 Thing+ 클라우드에 사전 설정되어 있는 스마트밴드의 정보와 일치할 경우, Thing+ 클라우드는 밴드의 ID, API키, 실험대상자 이름, 걸음 수, 배터리 잔량, 운동 장소 정보를 저장한다. 이 때, Pub/Sub (Publish/Subscribe) 방식의 초경량 메시지 프로토콜인 MQTT를 사용하여 해당 밴드의 정보를 Thing+ 클라우드에 전송하게 된다. MQTT는 낮은 대역폭이나 높은 지연과 같은 통신 환경을 위하여 설계된 경량 통신 프로토콜로 실제 3G나 Wi-Fi와 같은 무선 네트워크 환경의 성능 측정을 통하여 그 효율성이 증명되었고<sup>[16,17]</sup> 기존의 HTTP 프로토콜보다 배터리를 효율적으로 사용할 수 있다는 것 또한 검증되었다<sup>[18,19]</sup>. 그 밖에도, 푸시 알림 서비스를 구현함에 있어서 서비스 업체에 의존하지 않고 푸시 알림 서비스를 구축할 수 있으며 메시징(messaging)에 대한 제약사항이 없다는 장점이 있다<sup>[20]</sup>.

본 연구에서 구축한 시스템은 스캐너가 MQTT 클라이언트(Client)가 되고 Thing+ 웹 브라우저(Web browser)가 MQTT 서버(Server)이자 브로커(Broker)가 된다. 아래의 그림 7은 스캐너가 스캐너 주위에 있는 스마트밴드의 MAC 주소를 MQTT 메시지를 통해 주고받는 과정을 나타낸 그림이다. 먼저, 스캐너가 주위에 있는 스마트밴드의 MAC 주소를 감지하게 되면 스캐너는 MQTT 서버에 MQTT Connect 메시지를 보내게 된다. 그 후, MQTT 서버와 스캐너가 연결되면 스캐너는 MQTT 서버에 등록되어 있는 게이트웨이 중 해당 스마트밴드의 MAC 주소와 API키를 가진 게이트웨이에 대해 걸음 수, 배터리 잔량, 운동 장소 정보를 Publish하게 된다. 그 후 스캐너는 MQTT

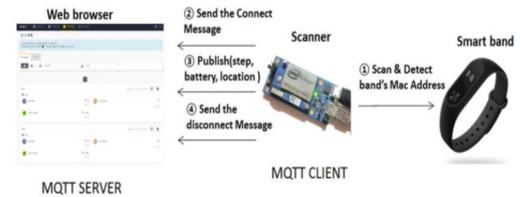


그림 7. MQTT message 전달 과정  
Fig. 7. The procedure of sending MQTT message

disconnect 메시지를 보내어 서버와 스캐너의 MQTT 연결을 끊는다.

MQTT 프로토콜은 QoS(Quality of Service) 지원 수준에 따라 3종류의 패킷 교환 방법을 지원한다. QoS level 0은 Fire and Forget 타입으로 메시지를 한번 전송하지만 전송 성공여부를 확인하지 않는 패킷 교환 방법이다. 반면 QoS level 1은 메시지를 최소 1번 이상 전송하고 서버로부터 PUB ACK 패킷을 받음으로써 전송 성공여부를 확인한다. 이 때 PUB ACK 패킷을 제대로 받지 못한다면 기존에 보냈던 메시지를 계속 다시 전송하게 된다. 마지막으로 QoS level 2는 QoS level 0과 같이 메시지를 한 번만 전달하게 된다. 하지만 4웨이 핸드셰이크 (4-way handshake) 과정을 거쳐 데이터가 정확하게 전달될 가능성이 높다는 점에서 QoS level 1과는 차이가 있다.<sup>[21]</sup> QoS level 0은 메시지가 한 번만 전달되며 전달과정에서 누락될 가능성이 높다는 단점이 있고 QoS level 2는 4-way handshake과정을 거치기 때문에 성능에 대한 단점이 있다.

따라서 본 연구에서는 데이터의 유실과 실시간 데이터 업로드 문제를 고려하여 QoS level 1을 채택하여 시스템을 개발하였다. 하지만 PUB ACK 패킷을 제대로 받지 못하였을 경우 스캐너가 MQTT 서버에 MQTT publish 메시지를 계속 보내게 되어 데이터가 중복으로 계속 서버에 저장되는 문제점이 발생하였다. 즉 스캐너가 스마트밴드를 인식해서 정보가 성공적으로 전송된 이후에 밴드와 스캐너 사이의 거리가 멀어져 PUB ACK 패킷을 제대로 받지 못해 계속 동일한 데이터가 저장되는 경우가 발생되었다. 이를 해결하기 위해서 스캐너가 동일한 MQTT publish 메시지를 서버에 5번 연속으로 보내게 되었을 경우, 즉, 특정 스마트밴드가 연속으로 5번 이상 같은 곳에 있다는 정보가 수신되면 데이터 중복을 막기 위하여 스캐너를 리셋(reset)하는 코드를 삽입하였다.

본 실험에서는 걸음 수(step)와 배터리(battery) 정보는 사용하지 않으므로 0으로 설정하였고 Thing+ 클

라우드에서는 센서 값을 정수(int)형식으로만 저장하기 때문에 표 2와 같이 스캐너가 설치된 장소마다 고유번호를 지정해 주었다.

그림 8은 스마트밴드가 어느 장소에 있었는지에 대한 정보를 나타내는 정수형식의 데이터가 시간대에 따라 Thing+ 클라우드에 저장되었다는 것을 웹(web)에서 직접 확인할 수 있음을 보여준다.

표 2. 해당 장소에 부여된 정수 유형의 번호  
Table 2. The places chosen and the integer types of number assigned to that places

Location No.	Location
1	The senior center at Hadong Humansia 32 danji
2	The security office at Hadong Humansia 32danji
3	The public restroom at Gwanggyo Central Park
4	JungDawn public restroom at Gwanggyo Lake Park
5	Gwanggyo Senior Welfare Center

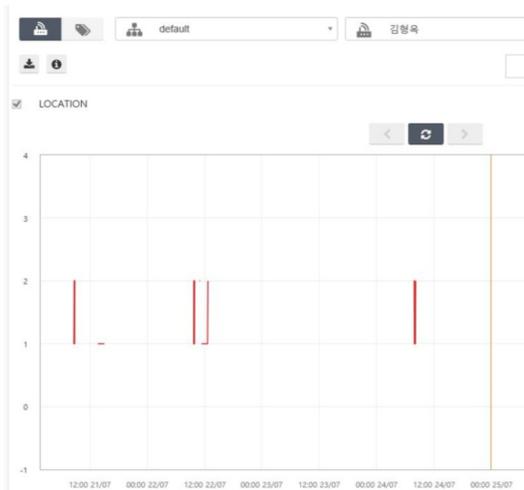


그림 8. Thing+ 클라우드에 저장된 데이터의 차트 형태  
Fig. 8. The chart form of data stored in Thing+ cloud

#### IV. 어플리케이션 구조 및 기능

##### 4.1 어플리케이션 구조

노인 운동 프로그램의 관리자용 안드로이드 어플리케이션의 UI 구조는 아래의 그림 9과 같다.

어플리케이션은 크게 세부분으로 구성되어 있으며,

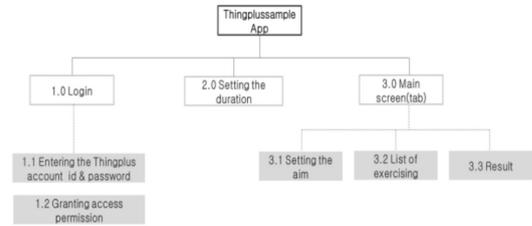


그림 9. 어플리케이션 구조  
Fig. 9. The structure of the application

1)관리자 로그인 화면과, 2)운동 프로그램 관리에 활용할 데이터에 대한 기간을 설정하는 화면, 3)운동 데이터 관리 및 결과 분석을 할 수 있는 메인화면이다. 메인화면은 개인별 목표를 설정하는 화면, 운동 활동 내역을 보는 화면, 목표와 운동 활동에 따른 결과 화면으로 구성되어 있다. 이에 대한 자세한 설명은 ‘3. 어플리케이션 기능’에서 다루도록 하였다.

##### 4.2 클라우드로부터 데이터 수신

Thing+ 클라우드에 관리자 아이디(id)와 비밀번호(password)로 로그인을 할 때, 게이트웨이의 목록을 받아들일 때, 혹은 게이트웨이의 센서 데이터 값을 받아들일 때 모두 HTTP프로토콜의 get 함수(method)를 사용하여 클라우드로부터 데이터를 얻어오게 된다. 안드로이드 어플리케이션에서는 Retrofit Library를 사용하여 ‘https://api.thingplus.net/v1’의 base URL을 토대로 웹에서 어플리케이션으로 데이터를 전송받을 수 있다.

##### 4.3 어플리케이션 기능

###### 4.3.1 Thing+ 계정으로 로그인

그림 10은 Thing+ 클라우드에 관리자 아이디와 비밀번호를 사용하여 접속하는 화면이다. 접속 절차에서는 관리자의 개인정보 허가 접근에 대한 확인 절차를 거치는 과정이 포함되어 있다.

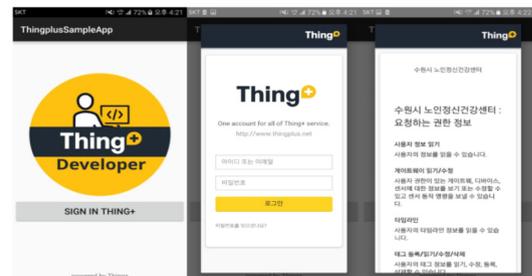


그림 10. 어플리케이션 로그인 화면  
Fig. 10. The login screen of the application

4.3.2 수신 데이터의 기간 설정

그림 11은 어플리케이션에서 수신할 데이터의 기간을 설정할 수 있는 화면이다. Thing+ 클라우드에 저장된 데이터를 가져올 때는 웹 서버에 쿼리 메시지를 발송한다. 쿼리 메시지에는 표 3과 같이 데이터의 시작 시점, 끝 시점, 데이터 추출 구간(e.g. 0, 1m, 15m, 1h), 구간 내에서의 기능함수 (e.g. average, sum, count), 데이터 추출 구간이 0일 경우 추출된 데이터의 수 등이 포함된다. 쿼리에 대한 응답(response)으로 해당 데이터 시리즈(series)를 얻어올 수 있다. 데이터 시리즈의 시작 시점과 끝 시점을 사용자가 인풋(input)값으로 설정할 수 있도록 기간설정 화면을 개발하였고 4주 단위로 데이터를 얻을 수 있도록 시작 일과 마지막 일의 차이에 대한 오류 메시지를 띄워 사용자가 쉽게 28일로 설정할 수 있도록 화면을 구성하였다. 또한 데이터 시리즈에 포함된 개별 데이터의 측정 간격은 1분으로 지정하였고 평균을 구하는 함수(average)로 설정하여 1분마다 평균값으로 데이터를 얻어올 수 있도록 지정하였다.



그림 11. 어플리케이션 기간 설정 화면  
Fig. 11. The screen of setting duration in the application

표 3. 쿼리를 보낼 때 쓰인 파라미터 형태와 이에 대한 설명  
Table 3. Parameter forms used when sending a query, and explaining this

NAME	TYPE	DESCRIPTION
dataStart	string	Required The start date of series data to retrieve. Inclusive. ISO String format ("2015-08-12T01:19:08.315Z")
dataEnd	string	The end date of series data to retrieve. Exclusive. ISO String format
interval	string	The interval unit of series data in

		minutes(m), hours(h), or days(d). e.g. 0(raw data), 1m(default), 15m, 1h, 6h, 1d, etc.
intervalFunction	string	Function to apply for the data in each interval. Functions are average(default), sum, count. This is ignored when the interval is 0.
count	integer	The number of series data to retrieve when the interval is 0(raw data). This is ignored when the interval is not 0.

4.3.3 목표를 세운 뒤 운동 결과에 따라 결과 조회 메인(Main) 화면은 그림 12와 같이 목표 설정(Aim) 화면, 운동 활동 내역(Exercise) 화면, 결과(Result) 화면을 탭(tab)으로 구성하였다.

웹 서버에서 전송받은 데이터는 스마트밴드 이름과 시간대를 기준으로 정렬하여 운동 활동 내역 화면에서 확인할 수 있도록 하였다. 목표 설정 화면에서는 각 스마트밴드 사용자에게 대한 목표를 처방하고 목표에 비해 얼마나 실천하였는지에 대한 결과는 결과 화면에서 확인할 수 있도록 어플리케이션을 개발하였다.



그림 12. 어플리케이션 메인 화면  
Fig. 12. The main screen of the application

(1) 운동 목표 설정

운동 목표 설정 화면에서는 실험 대상자 별 운동 장소를 지정한다. 운동 강도에 따라 1단계~5단계로 구성되어 있으며 각 단계별로 실험 대상자마다 일주일 단위로 몇 회를 운동할지에 대한 목표치를 설정할 수 있다.

(2) 운동 활동 내역

운동 활동 내역 화면은 실험 대상자 별로 특정 날짜에 방문한 장소를 기록한 리스트(list)를 보여주는 화면이다. Thing+ 클라우드에 기록된 데이터가 주별

로 정리되어 운동 활동 내역 화면에 표현된다. 같은 장소에 3분 이내에 또 다시 머무른 경우 동일한 방문으로 처리가 되며, 한 장소에 대한 방문 시작 시간과 종료 시간의 차이로 한 장소에 머무른 시간을 계산하여 보여주도록 하였다. 한편, 3분 이상 시간 차(term)가 발생하여 기록이 된 경우 서로 다른 방문으로 처리를 하여 관리자가 쉽게 리스트를 확인할 수 있도록 구성하였다.

(3) 목표에 따른 결과

그림 13은 설정된 운동 목표에 따른 결과화면의 목록을 클릭하였을 때 나타나는 대화상자(dialog)이다. 결과화면은 운동 활동 내역에 대한 데이터를 일주일 분마다 종합하여 1주차, 2주차, 3주차, 4주차, 그리고 전체(total)에 대해 실험 대상자들이 운동 결과를 나타낸다. 목록을 클릭하면 그림 13과 같이 80% 달성했을 경우 달성(pass)이자 금메달, 60%이상 달성했을 경우 미달성(nonpass)이자 은메달, 30%이상 달성했을 경우 미달성(nonpass)이자 동메달, 그 이하일 경우 미달성(nonpass)이자 금지표시가 나타나도록 대화상자(dialog)를 구성하였다. 결과 화면의 마지막 전체 칸은 4주간 목표로 설정된 운동 양에 비하여 실제로 얼마만큼 달성했는지를 표시하도록 하였다.

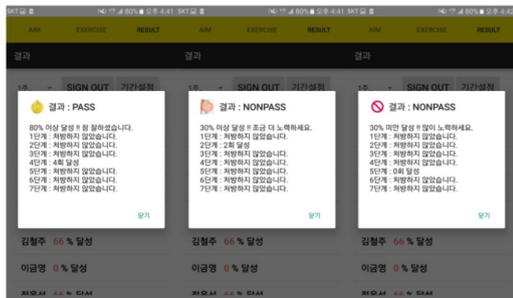


그림 13. 어플리케이션 결과 화면  
Fig. 13. The result screen of the application

V. 실험

5.1 실험 시나리오

표 4는 수원시 노인정신건강센터에서 관리를 받고 있고 현재 광고에 거주하는 평균연령 60~70대의 14명의 실험 참가자들의 운동 목표치이다. 실험 참가자들은 각자 스마트밴드를 착용하고 설정된 목표치를 달성하도록 관리자의 지도를 받았으며 주어진 기간 동안의 운동 활동을 기록하고 분석할 수 있도록 동의

표 4. 실험 참가자 별 운동 목표  
Table 4. The exercise goal for each of the old people

Elderly	Aim of Exercise
A	level5 3 times per week
B	level4 3times per week
C	level1 3times per week
D	level4 2times per week
E	level1 5times per week
F	level2 5times per week
G	level1 3times per week
H	level1 3times per week
I	level1 3times per week
J	level4 3times per week
K	level1 3times per week
L	level1 3times per week
M	level4 3times per week
N	level3 3times per week

하였다.

운동 단계별 코스는 표 5와 같이 지정하여 참가자들에게 충분한 설명을 드린 후 실험을 시행하였다.

표 5. 목표 설정 단계 별 운동 코스  
Table 5. The exercise course for each level of the prescribed goal

1. The senior center at Hadong Humansia 32danji	
2. The security office at Hadong Humansia 32danji	level1 : 1-2-1
3. The public restroom at Gwanggyo Central Park	level2 : 2-1-2
4. JungDawn Public Restroom at Gwanggyo Lake Park	level3 : 2-4
5. Gwanggyo Senior Welfare Center	level4 : 1-3-4
	level5 : 2-5

5.2 실험 결과

2016년 6월 28일부터 2016년 7월 25일간의 한 달간 데이터를 장소별, 노인별, 단계별에 따라 얻을 수 있었고 데이터 분석을 통해 실험 참가자들이 목표를 어떻게 수행하였는지 쉽게 확인할 수 있었다. 아래의 그림 14~그림 17의 그래프들은 모두 Thing+ 클라우드에 기록된 데이터를 정리하여 나타낸 그래프로 연속하여 장소가 중복되지 않았을 때는 1회의 유효한 방문으로 인정하고, 반면에 연속하여 장소가 중복되었을 경우(똑같은 장소가 연달아 기록된 경우)에는 90분을 기준으로 유효방문의 회수를 결정하였다. 즉, 90분 이상의 차이로 방문기록이 확인되면 각각의 개수를

따로 계산하였으며 90분 이하의 경우, 한 번의 방문으로 간주하여 계산하였다.

그림 14는 실험 참가자들에 설정된 운동 목표 대비 실제 운동 기록이 확인된 비율을 주 별로 표현한 그래프이다. 개별 운동 목표를 모두 총합해 보면 한 주에 경로당은 62회, 경비실은 39회, 중앙공원은 11회, 정다운화장실은 14회, 노인복지관은 3회가 기록돼야 한다. 대부분 지점에서 목표 대비 실제 운동 기록의 비율 1 (=100%)에 가까게 달성하였으나 경로당 지점은 다른 지점에 비해 실제 운동기록이 확인된 비율이 상대적으로 저조하다는 것을 알 수 있었다. 이는 경로당에 설치된 스캐너가 보행자의 보행코스의 사정거리에 들기 어려운 곳에 위치되어있어 이러한 결과가 나온 것으로 판단된다.

그림 15는 14명의 실험 참가자들이 각자 주어진 개별 운동 목표를 실제로 얼마나 지켰는지에 대한 비율을 주 별로 나타낸 그래프이다. 4주 내내 연속 100%로 목표를 달성한 참가자들이 7명이 되는 것으로 보아 비율이 60% 이하인 노인 C, 노인 G, 노인 I를 제외하면 전반적으로 목표를 많이 달성하였음을 알 수 있었다.

14명의 노인들의 개별 운동 목표는 1단계 23회, 2

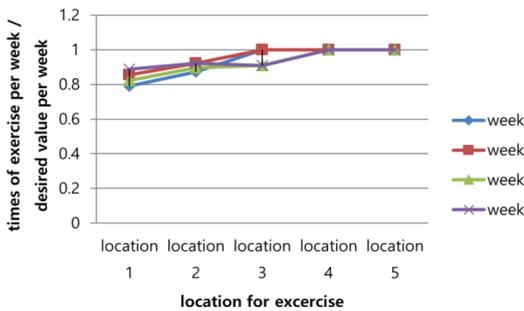


그림 14. 장소별 주당 목표대비 기록 비율  
Fig. 14. The ratio of record to goal for each location per week

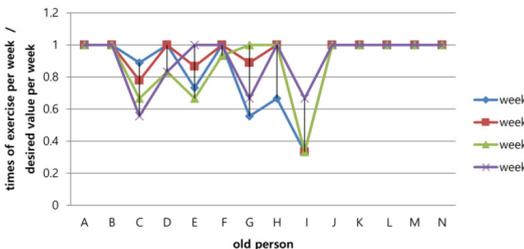


그림 15. 노인별 주당 목표대비 기록 비율  
Fig. 15. The ratio of record to goal for each of the old people per week

단계 5회, 3단계 3회, 4단계 11회, 5단계 3회 달성으로 설정되어졌다. 단계 별 목표 대비 실제 기록된 운동의 비율을 그림 16에 각각의 주마다 표현하였다. 또한 전체 4주간의 기록을 모두 종합하여 나타낸 막대 그래프를 그림 17에 표현하였다. 그림 16과 그림 17의 결과를 모두 종합하여 보았을 때, 1단계를 제외하면 달성 비율이 1 (=100%)에 가까울 정도로 이행률이 높다는 것을 알 수 있었다. 1단계의 수치가 낮은 것은 그림 14에서 보았듯이, 경로당의 지리적인 제한 때문에 나타나게 된 현상이라 추정할 수 있다.

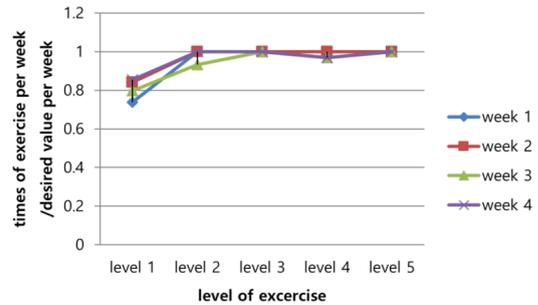


그림 16. 레벨별 주당 목표대비 기록 비율  
Fig. 16. The ratio of record to goal for each level per week

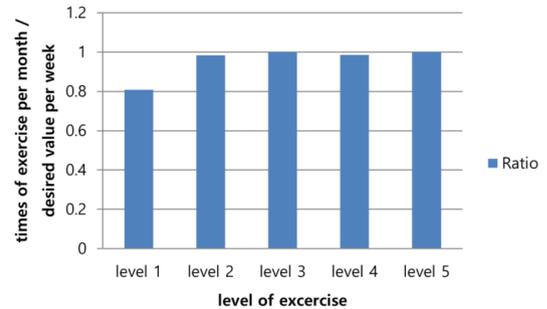


그림 17. 레벨별 한 달간 목표대비 기록 비율  
Fig. 17. The ratio of record to goal for each level per month

## VI. 결 론

IoT 기술이 상용화 되면서 헬스케어 분야에 IoT 기술을 접목하려는 시도가 늘고 있음에 따라, 고령자들의 운동을 스마트 밴드(smart band)와 BLE 기술을 통해 측정하는 행동 인터벤션 시스템의 개발을 목표로 하였다. 스캐너에서는 BLE 기술을 사용하여 스마트 밴드의 위치 정보를 클라우드에 저장하도록 하였고 실험대상자 별 운동 결과를 관리자가 쉽게 스마트폰

어플리케이션에서 분석 및 관리할 수 있도록 하였다. 행동 인터벤션 시스템의 적용으로 운동 활동에 대한 정확한 데이터의 측정이 가능하였고 관리자들이 용이하게 노인들의 운동 상태를 관리할 수 있었다. 본 연구에서 개발한 시스템은 향후 장소(location) 데이터뿐만 아니라 배터리 잔량과 걸음 수 데이터 등을 추가적으로 제공하여 보다 정밀한 운동 측정으로 효과적인 행동 인터벤션을 가능케 할 수 있으며 건강 센터 외에도 병원이나 헬스케어와 관련된 모든 기관에서도 사용이 가능하다. 행동 인터벤션 시스템을 구축함에 따라 기존의 전화나 대면조사 방식에서 문제가 되고 있었던 데이터의 무결성(Integrity) 문제에 대한 한계를 극복할 수 있었으며 효과적인 운동과 관리가 동시에 가능하도록 할 수 있었다. 또한 클라우드와의 장거리 통신을 위해서는 LTE 통신 기술을 본 시스템에 적용하여 Wi-Fi나 블루투스에 비해 장소에 구애받지 않고 빠르게 데이터를 전송하고 스캐너와 스마트밴드 간에는 BLE 통신 기술을 적용하여 배터리 이용 효율을 높였다. 이 모든 과정은 IoT 서비스 개발에 대한 보편적인 예로 본 연구에서 시도된 IoT 시스템 및 서비스는 관련 수요가 많아짐에 따라 점차 증가할 것으로 예상되며 개발환경도 다양하게 구축될 수 있을 것이라 예상된다.

### References

[1] J. Y. Lee and D. M. Lee, "Indoor localization algorithm using smartphone sensors and probability of normal distribution in Wi-Fi environment," *J. KICS*, vol. 40, no. 9, pp. 1856-1864, Sept. 2015.

[2] J. Lee, "A new routing scheme to reduce traffic in large scale mobile ad-hoc networks through selective on-demand method," *Wirel. Netw.*, vol. 20, no. 5, pp. 1067-1083, 2014.

[3] M. Buettner, G. V. Yee, E. Anderson, and R. Han, "X-MAC: A short preamble MAC protocol for duty-cycled wireless sensor networks," in *Proc. SENSYS 2006*, pp. 307-320, 2006.

[4] I. Akyildiz, "A survey on sensor networks," *IEEE Commun. Mag.*, vol. 40, no. 8, pp. 102-114, Aug. 2002.

[5] J. Lee, "A traffic-aware energy efficient scheme for WSN employing an adaptable

wakeup period," *Wirel. Pers. Commun.*, vol. 71, no. 3, pp. 1879-1914, Aug. 2013.

[6] J. H. Lee, "Study of efficient device discovery method for fast connection in wi-fi direct," *J. KICS*, vol. 41, no. 6, pp. 631-639, Jun. 2016.

[7] B. K. Kim, J. M. Lee, and W. H. Eom, "Development way of LBS and wireless location technology," *JKSGPC IS 2002*, pp. 119-127, Korea, Apr. 2002.

[8] Y. J. Park, H. S. Cho, and J. W. Son, "Transmitting/receiving of standard health data using bluetooth HDP on the android platform," *J. KICS*, vol. 38, no. 5, pp. 464-470, May 2013.

[9] K. Y. Kim, S. Y. Shin, K. S. Bae, and S. Chae, "Design and implementation of NMEA 2000 based universal gateway," *J. KICS*, vol. 39, no. 2, pp. 191-198, Feb. 2014.

[10] H. S. Ryu, S. H. Park, and Y. B. Jang, "Communication technology trends between terminals for proximity service," *Inf. & Commun. Mag.*, vol. 30, no. 12, pp. 97-104, Nov. 2013.

[11] C. H. Kim, S. H. Hong, and S. W. Lee, "A research on performance improvement of iBeacon using transmission and reception of different beacon signal," *J. KICS*, vol. 40, no. 1, pp. 108-114, Jan. 2015.

[12] Bluetooth Core Specification 4.0, Bluetooth SIG, Jun. 2010.

[13] J. H. Lee, "Energy-efficient voice data broadcast method in wireless personal area networks for IoT," *J. KICS*, vol. 40, no. 11, pp. 2178-2187, Nov. 2015.

[14] S. Nicholas, *Power Profiling: MQTT on Android* (2011), Retrieved Jul., 15, 2016, from <http://stephendnicholas.com/archives/219>.

[15] S. Nicholas, *Power Profiling: HTTPS Long Polling vs. MQTT with SSL on Android* (2012), Retrieved Jul., 15, 2016, from <http://stephendnicholas.com/archives/1217>.

[16] M. Prihodko, "Energy consumption in location sharing protocols for Android applications," M.S. Thesis, Dept. Comput. Inform. Sci., Software, Syst., Linköpings Univ., Oct. 2012.

- [17] S. Nicholas, *Power Profiling: HTTPS Long Polling vs. MQTT with SSL, on Android*(2012), Retrieved Jul., 15, 2016, from <http://stephendnicholas.com/archives/1217>.
- [18] S. H. Lee, D. W. Kwon, H. W. Kim, and H. T. Ju, "Development of communication module for a mobile integrated gateway," *J. KICS*, vol. 39B, no. 2, pp. 75-85, Feb. 2014.
- [19] SSH FAQ, Retrieved Jul., 15, 2016, from <http://www.rz.uni-karlsruhe.de/ig25/ssh-faq/>.
- [20] D. J. Barrett, R. E. Silverman, and R. G. Byrnes, *SSH, The Secure Shell: The Definitive Guide*, O'Reilly, 2001.
- [21] S. H. Kim, "A study on the data collection solution based on MQTT protocols for stable IoT platforms," M.S. Thesis, Dept. Inform. Commun., Hanbat Univ., Feb. 2016.

**양 소 현 (So Hyun Yang)**



2016년 8월 : 아주대학교 산업공학과 졸업  
 2016년 9월~현재 : 아주대학교 산업공학과 석사과정  
 <관심분야> 이동통신 시스템, 측위 시스템, 사물인터넷, 장거리 통신 시스템

**홍 서 희 (Seo Hee Hong)**



2017년 2월 : 아주대학교 산업공학과 졸업  
 2017년 3월~현재 : 아주대학교 산업공학과 석사과정  
 <관심분야> 이동통신 시스템, 측위 시스템, 사물인터넷, 장거리 통신 시스템

**손 상 준 (Sang Joon Son)**



2002년 2월 : 연세대학교 의과대학 의학과 졸업  
 2007년 2월 : 연세대학교 의과대학 의학과 석사  
 2013년 2월 : 연세대학교 의과대학 의학과 박사

<관심분야> 노인정신의학, 뇌영상

**김 준 우 (Jun Woo Kim)**



1999년 2월 : 포항공과대학교 컴퓨터공학과 졸업  
 1999년 9월~2006년 8월 : Aromasoft, Software Engineer  
 2006년 2월~2010년 7월 : Aromasoft, Product Manager

2008년 2월~2010년 5월 : Aromasoft, Delivery Manager

2011년 8월~2012년 2월 : Wookiss Crop, Software Engineer

2012년 3월~2014년 2월 : Medinbiz, Web Application Programmer 및 MongoDB Administrator

2014년 3월~2017년 1월 : Rainbow Wireless, Senior Software Architect

2017년 2월~현재 : OBS Korea, 시스템 사업부 수석 연구원

<관심분야> 모바일 디바이스, 클라우드 컴퓨팅, 웹 서비스, 모바일 통신, 무선 통신, 소프트웨어 개발 및 디자인

김 재 훈 (Jae Hoon Kim)



1996년 2월 : 한국과학기술원 산  
업경영학과 졸업

1998년 2월 : 한국과학기술원 테  
크노 경영대학원 석사

2003년 8월 : 한국과학기술원 테  
크노 경영대학원 박사

2003년 2월~2005년 6월 : 삼성전자 네트워크 사업  
부 책임연구원

2005년 7월~2008년 2월 : SK 텔레콤 네트워크 연구  
원 매니저

2008년 3월~현재 : 아주대학교 산업공학과 조교수/  
부교수

<관심분야> 이동통신 시스템, 측위 시스템, 근거리  
통신망, 사물지능통신