

사물인터넷기반 라이프케어 빅데이터 센싱기술

조위덕, 최선태, 백재순, 민명기, 이영권, 이규필, 박경찬, 이종익
아주대학교

요약

현대 사회에서의 삶의 모습이 다양해짐에 따라 생활습관이 다양해지고 잘못된 생활습관으로 인한 생활습관병에 대한 관심이 높아지고 있다. 본 논문에서는 사물인터넷 및 빅데이터와 같은 IT기술을 통해 사용자의 다양한 생활습관을 추적할 수 있는 방법과 그 응용 기술에 대해서 소개하고자 한다. 이러한 생활습관 추적 및 분석 기술은 다양한 사용자의 요구에 능동적으로 대처할 수 있으며 노약자나 장애인, 생활습관병 환자 등 특수계층의 건강 예측, 질병 관리 분야에서 실효성을 가질 수 있다. 특히 본 논문에서는 라이프케어 서비스를 위한 사용자 센싱 기술에 초점을 두고, 낮 시간의 활동과, 밤 시간의 수면 및 위치 기반 기술, 빅데이터 플랫폼, 스마트 홈 패턴 모델링 기술에 대해서 소개한다.

키워드 : 라이프케어, 라이프로그, 생활습관병, 사물인터넷, 빅데이터, 행동 인지, 수면 관리, 위치 기반 기술, 빅데이터 플랫폼, 스마트홈 패턴 모델링

I. 서론

성인병은 이미 현대 사회에서 주요 사망 원인이 되고 있다. STATISTICS KOREA의 '2013년 사망원인통계' 자료를 살펴보면 2013년 한국인의 사망원인 순위를 보면 암(1위, 28.3%), 뇌혈관 질환(2위, 9.6%), 심장 질환(3위, 9.5%), 당뇨병(5위, 4.1%), 만성하기도 질환(7위, 2.7%), 고혈압성 질환(10위, 1.8%)로 사망원인의 대부분이 잘못된 생활 습관에 크게 영향을 받을 수 있으며 일상생활 중 집중적이고 전문적인 관리가 필요한 질병이 차지함을 알 수 있다. 이러한 생활습관병(Lifestyle Disease)은 운동/수면 부족, 비만, 흡연, 잘못된 식습관, 과음, 스트레스 등 건강에 관련된 생활습관과 밀접한 관련이 있다[1].

하지만 병원에서 의사는 환자의 신체 상태와 간단한 문진을 통해 환자를 파악하고 있어 근본적인 병의 원인인 생활습관을 파악하는 데에 한계가 있다. 전문가 또는 의사가 환자의 정확하지 않은 기억과 주관적인 생각에 의존하여 생활습관을 파악할

경우 시행되기 어려운 처방을 내릴 수 있으며 그 효과도 기대에 미치지 못하는 경우가 생길 수 있다.

최근 스마트폰과 각종 웨어러블 디바이스가 대중화됨에 따라 각종 활동 및 생체 정보를 측정하고 이를 분석하여 건강 상태를 추적하는 서비스가 등장하고 있다. 이러한 사용자의 라이프로그(Life-log) 정보들은 스마트폰 사용 이력, 카드를 사용하여 구매한 이력, SNS 사용 기록 등 온라인에서 사용자의 활동 정보와 위치, 활동량(움직임 센서) 정보를 통해 일상생활에서의 물리적인 활동 정보, 수면이나 휴식 시 호흡이나 심박 등 사용자의 생리 정보들로 구성되어 있다.

스마트폰, 웨어러블 디바이스와 같이 사용자 정보를 측정하고 추적하는 기기들은 인터넷으로 연결되어 있으며 이러한 기술을 사물인터넷(Internet of Thing, IoT)라 한다. 라이프케어(Life-care) 기술에서는 단순히 사용자 개인으로부터 발생하는 데이터에만 의존하지 않으며 여러 변인이 복합된 대규모(Massive)의 집단 사용자의 데이터를 분석하고 각 사용자 개인이 속한 변인에 따른 라이프로그(또는 생활습관)를 분석한다. 따라서 이러한 대규모의 데이터를 분석하기 위한 빅데이터(Big data) 관련 기술의 도입이 자연스럽게 이루어지고 있다.

또한 <그림 1>과 같이 헬스케어 패러다임은 전 세계적으로 고령화가 가속화 되어 의료에 대한 관심이 높아짐에 따라 발생한 질병을 치료하는 것에서 평생 건강관리에 대한 쪽으로 변화하였다[2].

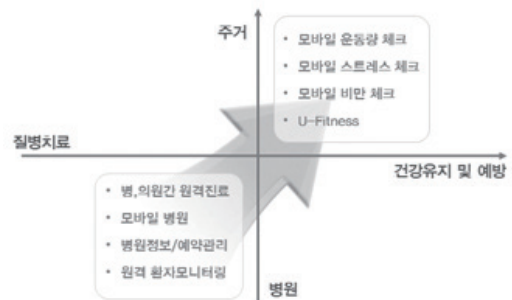


그림 1. 헬스케어 패러다임의 치료에서 예방으로의 변화

표 1. 상용화 제품들 간의 기능 비교

	Style	Steps	Distance	Calories	Food Log	Heart Rate	Sleep
Fitbit Charge HR	손목형	가능	가능	가능	가능	연속적 측정	가능
Jawbone / UP3	손목형	가능	가능	가능	가능	휴식기만 측정	가능
InLab	손목형	가능	가능	가능	가능	불가	불가
river On	목걸이형	가능	가능(GPS)	가능	불가	연속적 측정	불가
Mi Band	손목형	가능	가능	가능	불가	불가	가능
Polar V800	시계형	가능	가능(GPS)	가능	불가	별도 약세사리 필요	가능
Withings Pulse O2	손목/클립형	가능	가능	가능	불가	불연속적 측정	가능

본 고에서는 사물인터넷 및 빅데이터 기반의 라이프케어 기술에서 사용자의 활동 및 생체 정보를 측정하는 기술에 대해 소개하고자 한다. 먼저 최근 삼성이나 애플과 같은 대형 기업들도 경쟁에 뛰어들어 손목형 활동량계에 대해서 알아본다. 두 번째로 손목형 활동량계와 함께 사용자의 위치에 기반을 둔 라이프로그 활용 기술도 함께 살펴본다. 세 번째로 밤 시간, 사용자의 수면을 추적하기 위한 기술을 설명한다. 다섯 번째로 이러한 센싱 데이터에 대해 처리하고 분석할 수 있는 사물인터넷 플랫폼에 대해서 소개한다. 마지막으로 스마트홈 내에서 센서들을 이용한 생활 패턴 모델링 기법에 대해서 살펴본다.

II. 활동 추적 기술

활동 측정기(Activity Tracker)는 라이프로그를 수집하는 제품들 중 사용자의 활동을 추적하는 기능을 가지는 제품군을 뜻하며, 주로 행동 인식, 걸음 수, 활동량, 수면 등 일상생활에서의 행동들을 검출하고 활동량을 측정한다. 블루투스를 이용해 스마트폰과 연동하여 수집한 데이터를 분석하고 건강한 삶을 영위할 수 있도록 각종 서비스를 제공한다.

이러한 서비스를 제공하는 대표적 기업으로는 Fitbit, Jawbone 등이 있으며, 삼성의 Gear 시리즈, 애플의 아이워치 등 스마트폰 제조 회사에서도 활동 측정 기능을 가지는 웨어러블 디바이스를 출시하고 있다.

1. 활동 측정이 가능한 웨어러블 디바이스

활동 측정 제품이 가지는 기본적인 기능으로는 크게 세 가지가 있다. 첫 번째가 사용자의 걸음 수를 측정하는 기능, 두 번째가 칼로리 소모량 모니터링 기능, 세 번째가 운동 거리 측정 기능이다.

사용자의 걸음 수를 측정하는 기능에는 대부분의 제품들이 3축 가속도 센서를 이용하고 있다. 칼로리 소모량은 3축 가속도 센서를 통해 걸음 수와 운동 강도를 분석하여 계산되어 출력한다. 때문에 더 정확한 칼로리 소모량을 위해서는 사용자의 걸음

수와 운동 강도를 분석하는 방법이 필요하며, 이것이 각 제품들의 핵심 기술이 된다.

최근 출시되는 제품들을 보면 위의 세 가지 기능이 모두 기본적으로 탑재되어 있고, 타 제품들과 차별화를 꾀하기 위해 추가적인 기능이 탑재되어 나오고 있다. 대표적으로 사용자의 심박수를 측정하여 칼로리 소모량의 정확도를 보정하고 운동 강도를 조절할 수 있도록 하는 기능이나, GPS를 이용하여 사용자의 이동 경로를 파악하는 기능이 있다.

가. Fitbit[3]

Fitbit은 활동량 추적기로서의 기본적인 기능은 물론이고, Fitbit Charge HR 제품에서는 적외선센서를 이용한 실시간 심박수 모니터링 기능을 이용해 사용자의 운동량과 운동 강도를 적절하게 조절할 수 있도록 도움을 준다.

나. Jawbone[4]

Jawbone은 Fitbit과 기능적인 면에서 크게 다르지 않다. Fitbit과 달리 생체 임피던스 센서를 채용하여 휴식기 심박수를 측정한다. 그리고 Idle Alert라는 기능을 통해 신진대사가 둔화되지 않도록 몸을 움직여야 할 시간을 알려준다. 또한 수면 단계, 기상 시 Snooze 개선 방법 등 고급 수면 모니터링 기능이 있다는 장점이 있다.

다. 인랩[5]

인랩은 국내 기업 인바디에서 출시한 활동량 추적기이다. 활동량 추적기의 기본적인 기능은 물론이고 블루투스 3.0과 4.0을 모두 지원하므로 구형의 스마트폰과도 호환이 된다는 장점이 있다. 또한 해외 제품들과 달리 한국영양학회의 8천개의 요리 데이터를 이용해 한국 음식과 식사량을 기록할 수 있다. 그리고 이러한 기록을 기반으로 전문가의 맞춤형 상담이 가능하다.

라. 아이리버온[6]

아이리버온은 타 제품들과 달리 목에 거는 형태 개발되었다. 때문에 손목형 웨어러블과는 다른 방법을 통해 사용자의 생체 신호를 측정한다. PerformTek이라는 기술로, 이어폰을 통해 귓속에서 심박수, 체온, 칼로리 소모량 등의 생체 정보를 수집



그림 2. Samsung Gear2/Apple watch/ GwatchR

한다. 그리고 내장된 GPS를 이용해 운동하는 동안 이동한 경로와 이동 거리를 정확하게 확인할 수 있다. 또한 이어폰을 사용하므로 운동 중 음악을 청취할 수 있고, 사용자의 최대 심박 수에 따른 운동 구간(Warm up, Fat burning, Aerobic, Anaerobic, Red line)을 음성으로 안내해 준다.

마. Samsung Gear2/Apple watch/GwatchR

삼성 기어2와 애플워치, G워치R은 각각 삼성과 애플, LG에서 출시한 웨어러블 디바이스로, 적외선 센서를 이용해 사용자의 심박을 체크하는 것은 물론, 스마트폰의 GPS를 통해 실외 운동 시의 이동거리와 속도를 정확하게 측정할 수 있다. 또한 기존 스마트폰 제조업체에서 만든 제품이기 때문에 기기연동과 관련된 서비스 개발에 유리하다는 장점이 있다.

바. Tellspec음식성분 분석 디바이스

대부분의 활동량 추적기는 스마트폰 어플리케이션을 통해 식사 기록 지원한다. 다만 식사 기록의 자동화가 이루어지지 않아 사용자가 자신의 식사 내용을 일일이 기록해야 한다는 것이다. 기억은 유지하려는 노력이 없으면 시간이 지남에 따라 점차 손실되기 때문에 식사 메뉴의 정확도가 떨어지게 된다. 이에 따라 Tellspec과 같이 레이저 분광기를 통해 음식의 성분과 칼로리를 분석하는 음식 스캐너도 개발이 되어 사용자의 식사 기록을 보

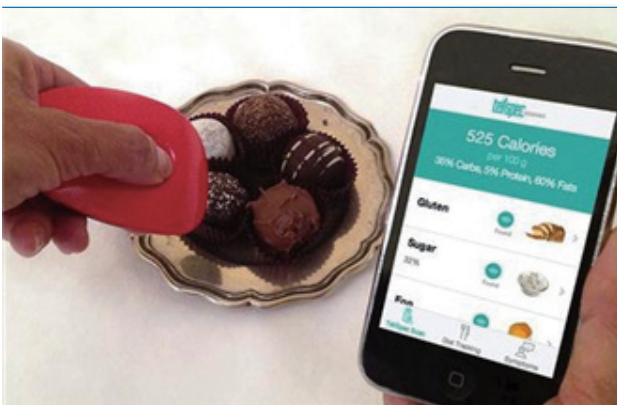


그림 3. Tellspec

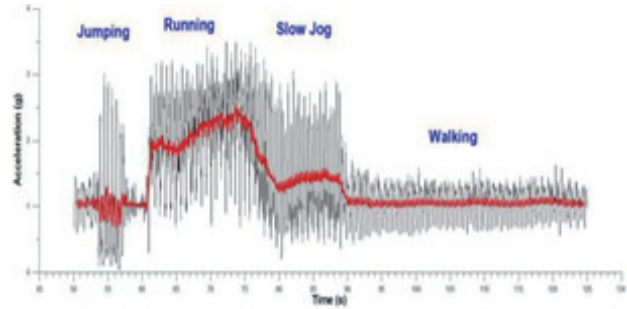


그림 4. 각 행동에 따른 3축 가속도 신호 파형[12]

조하는 방법들이 나오고 있다[7].

이러한 제품이나 서비스의 근간이 되는 활동량 측정 알고리즘은 3축 가속도 센서값과 활동량(칼로리 소모량) 간의 회귀 분석 방법 등 통계적인 접근 방법으로 개발되어 왔다[8][9]. 이러한 센서 신호에서 산출되는 물리량을 통해서 측정하는 방법 외에 걸음 수를 산출하고 보행 지속 시간에 따라 활동량을 산출하는 방법 등이 있다[10][11].

2. 행동 인지 기술

활동량 추적기의 기본 기능인 걸음 수 측정, 칼로리 소모량은 활동량 추적기에 내장되어 있는 3축 가속도 센서를 기반으로 한다. 3축 가속도 센서를 통해 사용자의 행동을 수집한 신호 파형을 보면 운동 강도에 따라 신호의 진폭이 구분되는 것을 확인할 수 있다.

또한 각 행동마다 손목의 움직임 범위나 몸의 무게중심 등이 다르기 때문에 파형이 조금씩 다르며, 이 같은 특징들을 통해 사용자의 행동을 구분한다.

수집된 3축 가속도 데이터는 잡음이 끼어있다. 이는 가속도 센서가 가지는 잡음으로, 이를 저역 통과 필터(Low Pass Filter)를 통해 제거하게 된다. 이를 전처리 과정이라고 한다. 전처리 과정을 거치고 나면 앞서 말했던 것처럼 행동을 구분할 수 있는 특징을 추출한다. 이렇게 추출한 특징들을 통계적으로 분석하거나, 혹은 패턴 매칭을 통해 행동을 분류한다.

분류 방법에는 여러 가지가 있는데, 대표적으로 SVM (Support Vector Machine), 인공신경망(Artificial Neural Network), 의사결정나무(Decision Tree) 등이 있다. 이를 일반적으로 분류기(Classification)이라고 하며, 분류기를 선정한 후 분류 결과가 타당한지 검증 과정을 거치게 된다. 검증 결과 분류기의 성능이 우수하면 해당 분류기로 선정하여 행동을 분류하게 되고, 성능이 떨어지면 분류기를 변경하여 검증 과정을 다시 거치게 된다[13][14].

이러한 처리과정을 식사 시 손목의 움직임 행동에 적용한다

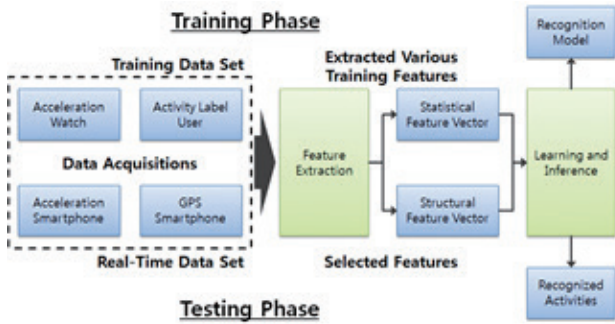


그림 5. 다양한 센서 신호 분석을 통한 행동인지 과정[15]

면 식사와 다른 행동들을 구분할 수 있다. 음식물-입까지 반복 운동과 같은 경우 식사 시에만 하는 행동이기 때문에 이를 통해 식사를 구분할 수 있다.

식사를 자동으로 인지한다면, 반복 운동의 주기를 통해 사용자의 식사 속도를 알 수 있고, 식사 시작 시각과 식사 종료 시각을 통해 식사의 지속 시간을 알 수 있다. 식사 속도가 빠르면 그만큼 포만감이 늦게 찾아오기 때문에 식사량이 많아지게 되고, 이는 체중 증가로 이어진다. 때문에 식사 속도는 사용자의 건강 상태를 판단하는 지표 중 하나이다.

본 장에서는 최근 활동량 추적 기술에 대해서 살펴보았다. 종래의 기술들은 운동 종목이나 강도, 걸음 수에 특화된 신호처리 및 패턴 인식 기술이 사용되어 왔다. 이에 더불어 위치 및 이동 패턴, 전극을 이용한 생체 신호 등을 결합하여 그 분석 결과를 다양화하고 정밀도를 높였다.

이러한 활동량 추적 기술은 생활습관을 파악하는데 중요한 요소가 된다. 비만 관리, 만성 질병 관리에서 운동이 중요한 부분을 차지하지만 그만큼 식사에 대해서도 추적할 수 있는 기술이 필요하다. 현재 식사 행동을 인지하는 연구가 진행 중에 있지만 아직 고차원적인 패턴인식 기법을 사용하므로 실제 상용화를 위한 추가 연구가 필요한 실정이다.

III. 실내외 위치 추적 기술

개인의 전반적인 일상생활의 기록이나 정보를 데이터로 바꾸는 일을 라이프로그라 정의한다[16]. 위치 정보는 라이프로그에서 중요한 데이터 중 하나이다. 위치 정보를 통하여 얻을 수 있는 관심 영역, 이동 경로, 길 안내 등 그 활용 방안이 다양하기 때문이다. 위치 정보를 얻기 위해서는 두 가지 방법이 있다. 첫 번째는 실외 위치 추적기술로써 GPS 센서, 중계기를 이용한 방법이다. 두 번째 방법으로는 Wi-Fi, Beacon 등을 이용하는 실내 위치 추적 기술이다. 이 두 추적기술을 이용하여 사용자에게

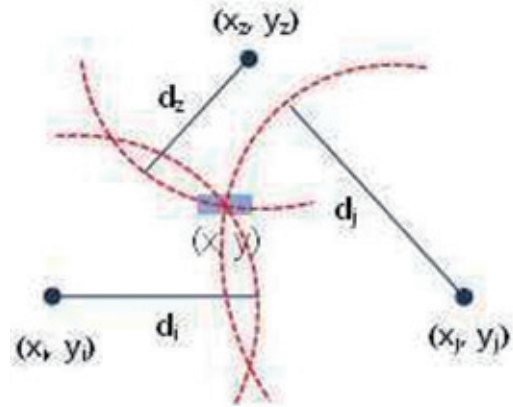


그림 6. 삼각측량법

커머셜 서비스, 건강관리, 실내 내비게이션 등의 다양한 서비스를 제공할 수 있다. 이를 위치 기반 서비스(Location Based Service; LBS)라 한다.

1. 실내외 위치 측정 기법

주로 전파를 이용한 위치 추적 기술을 사용한다. 위치 추적 기술은 다양하게 있지만 대표적인 기술들을 소개한다[17].

가. 삼각 측량법

3개의 고정된 Access Point의 좌표와 단말기의 위치 사이의 거리를 각각 구한 뒤 각 거리를 반지름으로 하여 가상의 원을 그리고 겹치는 점을 위치로 정한다. GPS 센서는 이 방법을 이용하여 위치를 추적한다[18].

나. 수신 전파 세기(Received Signal Strength Indication)

거리가 멀어지면 멀어질수록 수신되는 전파의 세기가 줄어들음을 이용하여 거리를 역으로 산출하는 기술이다.

$$P_{loss} = 40 \log_{10} d + 20 \log_{10} f - 20 \log_{10} h_r h_t$$

- P_{loss} = 전파의 전력 밀도 감소의 정도(dB)
- d = 단말기와 Access Point 사이의 거리(meter)
- f = 주파수(GHz)
- h_t = 지표면으로부터 송신부 안테나의 높이(meter)
- h_r = 지표면으로부터 수신부 안테나의 높이(meter)

다. 전파 도착 시간(Time of Arrival)

기준 중계기에서 수신한 전파의 시간과 인접한 두개의 다른 중계기에서 수신한 전파의 시간의 차이를 이용하여 위치를 추적한다.

라. Fingerprint

다수의 AP가 있는 환경에서 위치 별 각 AP의 신호의 세기를 데이터베이스에 저장한다. 데이터베이스가 구축된 뒤 각 AP로

부터 온 신호의 세기를 단말기가 서버로 전송하면 데이터베이스에서 가장 가까운 위치를 추정하는 방법이다. 데이터베이스 구축 과정이 오래 걸리고 내부 구조가 바뀌면 다시 측정해서 서버를 구축해야 하지만 정확도가 매우 높은 장점이 있다.

2. 위치 기반 서비스

위치 추적 기술을 이용한 서비스로는 커머셜 서비스, 배회 감지 서비스, 운동 보조 서비스 등이 있다[19].

가. 커머셜 서비스

소비자가 상가 근처를 지나갈 경우 할인 쿠폰을 전송하는 등의 광고에 사용된다. 소비자를 상가에 오게 함으로써 이익을 창출할 수 있지만 소비자가 원치 않는 할인 쿠폰을 받아 불편함을 느낄 수 있다.

나. 배회 감지 서비스

노약자 혹은 어린이들의 배회를 감지하여 보호자에게 알람을 울리는 서비스 및 환자의 응급 상황 시 빠른 대처를 위한 위치 제공 서비스가 있다.

배회 감지의 경우 관심 영역을 설정하지 않으면 배회 여부를 판단할 수 없기 때문에 보호자가 수동으로 입력하거나 학습 기간을 가져야 한다. 또한 다양한 패턴에 대하여 모델링을 해야 하므로 매우 복잡해진다. 하지만 기존 이동 패턴 모델이 정해진



그림 7. 배회감지 서비스



그림 8. 실내미아 감지



그림 9. 나이키 플러스 조깅 트래커

다면 정확도 및 만족도가 매우 올라가게 되고 기존 모델과 다른 이동 패턴이 발생한다면 특수한 이벤트가 발생했다는 것을 쉽게 알아낼 수 있다.

다. 운동 및 스포츠 보조 서비스

활동량계와 GPS를 결합하여 스포츠 및 레저에 관련된 서비스가 있다. 나이키는 GPS와 가속도 센서를 결합하여 조깅 속도, 시간, 경로 등을 보여주는 나이키 플러스가 있다. 최근에는 다른 사람들과 경쟁하도록 하여 운동에 관한 동기를 부여해주는 서비스도 존재한다.

라. 실내 위치 추적 서비스

실내 위치 추적 서비스로는 대표적으로 실내 내비게이션이 있다. 현재 코엑스에서 서비스하고 있는 코엑스 내비게이션이 대표적인 서비스이다. 그 외에도 복잡한 병원, 백화점 등에서도 사용될 수 있도록 연구가 진행되고 있다. 사용자가 실내 내비게이션을 사용하기 위해서는 건물 곳곳에 AP가 설치되어 있어야 한다. 또한 위치를 판단하는 서버 등의 인프라가 구축되어야 하고 사용자가 신호를 수신할 수 있도록 모듈을 항상 켜놓아야 하기 때문에 전력 소모가 평소보다 많다. 예를 들어 백화점에 BLE(Bluetooth Low Energy)등의 AP를 다수 설치해야 하며 소비자는 이 무선 신호를 수신하기 위해 신호 수신기 혹은 모바일의 센서 기능을 항상 켜놓아야지만 실내 내비게이션 서비스를 이용할 수 있다. 하지만 소비자가 많아지고 소비자 각각의 동선 및 구매품목을 관리자가 분석할 수 있다면 소비자의 동선을 효율적으로 움직일 수 있게 상점의 배치가 가능하다.

현재 위치 기반 서비스는 연구 및 개발이 다양한 방향으로 이루어져 왔고 다양한 위치 기반 서비스가 시장에서 제공되고 있다. 실외 위치 기반 서비스는 GPS가 대표적으로 사용되고 있고 실내 위치 기반 서비스는 무선 AP 기반 위치 추적 기술이 사용



그림 10. 코엑스 내비게이션 서비스

되고 있다. 분야 또한 광고, 약자 보호, 운동 및 스포츠, 길 안내와 같이 다양하다.

이 외에도 물체 추적, 이동 경로 분석 등의 분야도 현재 연구 중에 있으며 이와 관련된 다양한 서비스가 제공될 것으로 보인다.

IV. 수면 측정 및 분석 기술

본 장에서는 웨어러블 디바이스 및 설치형 센서를 이용한 수면 중 사용자의 활동이나 생체 신호를 측정하는 기술에 대해서 살펴보고자 한다. 수면 중 사용자의 생체 정보를 센싱 하는 방법은 피에조(Piezoelectric) 센서, 3축 가속도센서, 음향센서 등이 사용된다.

피에조 센서를 이용한 방법은 침대의 매트리스 밑에 센서를 설치하여 사용자의 신체에서 발생하는 미세한 탄성 신호를 수집한다. 측정된 신호는 심박, 호흡, 뒤척임, 코골이 등의 정보를 포함하고 있다. 이러한 신호에서 신호처리 기술과 패턴 인식 기술을 활용하여 생체 신호 및 수면 상태를 측정한다[20][21]. 음향신호를 이용한 방법에는 수면 중 발생하는 음향신호를 녹음한 뒤 코골이, 잠꼬대, 수면 중 소음을 분석하는 연구가 있다 [22][23]. 3축 가속도계는 일반적으로 손목형 웨어러블 디바이스를 이용하여 측정하며 뒤척임을 감지하여 각성 상태를 파악한다[24].

1. 웨어러블 디바이스 형 제품

Xiaomi 社の Mi band와 삼성 갤럭시 기어 시리즈는 손목의 움직임을 감지하여 수면 중 뒤척임을 파악하여 사용자가 숙면



그림 11. 수면 센싱 제품

정도를 산출하는 기능이 탑재되어있다.

이외에도 Withings Pulse, Jawbone UP, Fitbit 등 다양한 웨어러블 디바이스들이 뒤척임 기반의 수면 분석기능을 탑재하고 있다.

2. 센서 설치 형 제품

유럽의 의료기기 제조업체인 Withings의 Aura는 LED 스탠드와 Sleep Sensor로 구성되어 있다. Sleep Sensor를 베개 밑에 설치하여 수면 중 사용자의 호흡, 심박, 뒤척임 등의 데이터를 기록하고 이를 통해 개인별 수면 패턴을 알 수 있다. 또한 LED 스탠드는 수면 중 발생하는 소음, 빛의 강도, 온도 등을 기준으로 음향효과와 빛의 색과 밝기를 자동으로 조절해 수면 호르몬인 멜라토닌의 분비를 촉진시킨다.

이스라엘의 헬스케어 기업인 'Early Sense'는 수면 센싱 장치로 Early Sense System를 판매하고 있다. 침대 매트리스 밑에 센서를 설치하여 환자의 심장박동 수, 호흡수, 움직임을 체크하여 준다.

국내에서도 침대 매트리스 아래 설치된 피에조센서를 이용하여 수면 시 심박, 호흡, 뒤척임을 감지 및 전체 수면 중 코골이 시간과 무호흡시간을 산출해주는 수면 측정 시스템이 개발되었다. 해당 시스템도 앞서 소개한 제품들과 비슷한 기능을 갖고 있지만 일반 사용자가 아닌 병원, 양로원 등의 특수 계층을 대상으로 서비스가 구성되어 있다. 수면 중인 사용자의 생체 신호 뿐 아니라 온도, 습도, CO2 농도 등 수면 환경에 대한 센싱 및 분석 기능을 이용하여 지속적인 관리가 필요한 환자나 노약자 계층에 대한 관리 기능을 포함한다[25].

기존에는 수면자가 스스로 자신의 수면장애를 알아낼 방법이 수면자의 기억에 의존한 설문조사 방법밖에는 없었다. 하지만 사물인터넷 기술의 발달로 인해 라이프케어 분야는 낮 시간의 활동 뿐 아니라 밤 시간의 수면도 추적 할 수 있게 되었다.

V. 빅데이터 수집, 분석 시스템 기술

빅 데이터란 '기존 데이터베이스 관리도구로 데이터를 수집, 저장, 관리, 분석할 수 있는 역량을 넘어서는 대량의 정형 또는 비정형 데이터 집합[26] 및 이러한 데이터로부터 가치를 추출하고 결과를 분석하는 기술[27]'이라 정의하고 있다. 이러한 빅 데이터의 속성으로 언급되는 세 가지가 있는데 속도(Velocity), 다양성(Variety), 크기(Volume)을 이른다. 또한 빅데이터의 다른 속성으로 정확성(Veracity)이나[28], 저비용(Low-Cost)[29]을 언급하기도 한다.

이와 같은 빅 데이터는 사물인터넷(Internet Of Things, IoT)에 더욱 중요한 요소가 됐다. IoT 네트워크에서 얻는 데이터들은 빅 데이터의 속성인 3V의 특징을 그대로 따르고 있기 때문이다.

본 고에서는 이러한 빅데이터를 분석/처리하는 IoT 시스템 또는 플랫폼에 대하여 살펴본다.

1. 모비우스(Mobius)와 엔큐브(&CUBE)

모비우스와 엔큐브는 글로벌 표준 기반의 사물인터넷 플랫폼으로 <그림 12>는 모비우스와 엔큐브의 시스템 구성을 보여준다. 모비우스는 서버 플랫폼, 엔큐브는 디바이스 플랫폼이다. 디바이스가 서버 플랫폼으로 데이터를 전송하면, 모비우스는 데이터를 저장하거나 애플리케이션으로 전달하기도 하며 디바이스를 제어할 수 있도록 지원한다[30]. 엔큐브는 개방형 IoT 디바이스/게이트웨이에 탑재되는 S/W 플랫폼으로, 디바이스에 연결된 사물을 모비우스와 연동할 수 있도록 지원한다[31].

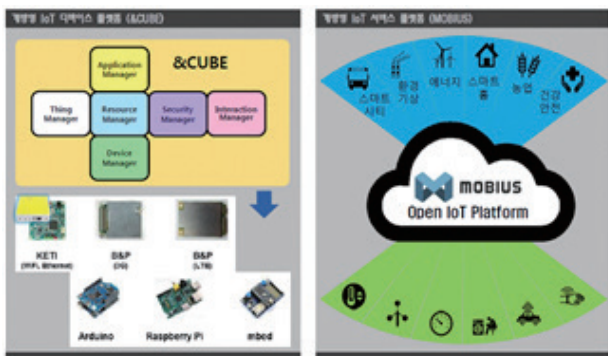


그림 12. 엔큐브와 모비우스의 시스템 구성

2. 애플 HomeKit

애플은 작년 6월 'WWDC 2014'에서 HomeKit을 선보였다. HomeKit은 'iOS' 이상의 환경으로 구성되어있는 iPhone, iPod, iPad에 지원된다. 이는 위 세 가지 기기중 하나만 가지고



그림 13. 애플 HomeKit

있어도 애플이 지원하는 HomeKit을 사용할 수 있다. 이는 아직 대부분의 IoT 플랫폼이 사용자 확보에 어려움을 겪고 있는 것에 비해 큰 장점이다.

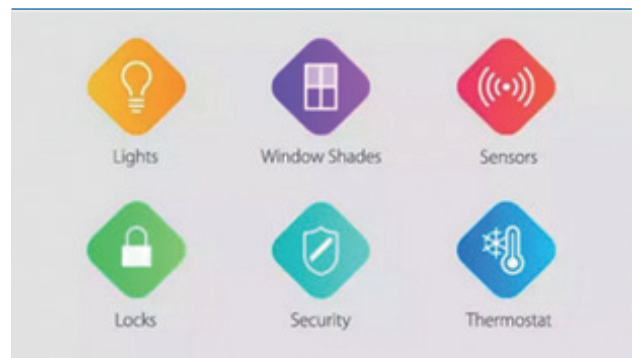


그림 14. HomeKit의 주요 기능

<그림 14>는 전반적인 HomeKit의 기능을 나타낸다. HomeKit은 애플의 운영체제 iOS를 기반으로 사용자들이 문, 전등, 스위치, 플러그 등을 무선으로 제어할 수 있는 시스템이다. iOS를 쓰는 기기가 허브역할을 하고 애플의 음성인식 서비스인 Siri나 써드파티 어플리케이션을 활용하면 아이폰으로 컨트롤 할 수 있도록 설계된 기기는 모두 제어할 수 있게 된다.

빅 데이터 처리기술의 발전으로 IoT 기반의 플랫폼이 늘어나고 있다. 각 플랫폼들은 자신만의 장점을 내세우며 서로 경쟁하고 있다. 이러한 플랫폼간의 경쟁에서 경쟁력을 갖기 위해서는 모비우스처럼 개방형 플랫폼으로 접근성을 높이거나, 애플의 HomeKit처럼 사용자들이 기존에 가지고 있는 기기를 이용하여 사용성을 높여야 한다.

VI. 스마트홈 기반 패턴 모델링

복잡한 현실세계의 수집한 데이터에서 일정한 패턴을 찾아 모델링 하는 것을 패턴 모델링이라고 한다. 패턴 모델링을 라이프스타일, 행위 인지에 적용하면 거주자의 이상행동을 파악

할 수 있다. 유럽연합에서는 이러한 패턴 모델링을 전 세계 공통적으로 문제가 제기되고 있는 고령화 문제에 적용하여 고령자의 이상행동, 상태이상을 실시간으로 파악하여 지원하는 AAL(Ambient Assisted Living) 프로젝트를 추진하였다. AAL 프로젝트는 고령자를 대상으로 대상의 건강하고 활기찬 삶을 지원하고 사회적 고립을 방지하기 위한 ICT 기반의 서비스 제공을 장려한다[32]. 앞서 살펴본 패턴 모델링 기법과 ICT 기반의 서비스를 이용하여 고령자의 행동변화나 건강이상 등을 실시간으로 포착하여, 예방적 조치가 가능하게 된다. 본 장에서는 스마트홈 패턴 수집 환경사례를 소개하고, 패턴 모델링 기법을 적용한 연구 동향을 살펴본다. 다음으로 활동 패턴을 시각화 할 수 있게 활동 데이터를 정량화 하는 기술인 QS(Quantified-self)에 대하여 소개한다.

1. 연구 동향



그림 15. 헬스케어 스마트홈 현황

〈그림 15〉는 헬스케어 스마트홈 적용사례를 보여준다. Smart Medical Home은 가정을 의료 공간으로 변화시키기 위한 각종 아이디어를 테스트하기 위한 스마트 의료 홈이다. Mckiz Aware Community는 고령자들을 대상으로 집안에서 뿐만 아니라, 공용공간에서의 활동을 통하여 독립적인 생활을 영위할 수 있도록 계획하였다. Elite Care는 고령자를 위한 스마트 주거시설로 움직임 감지하는 센서들이 곳곳에 있어 고령자들에게 효율적인 의료 서비스를 제공한다[2].

Virone은 원격 진료를 통하여 사람들의 일일 활동 편차를 자동으로 측정하기 위하여 일정 장소에서의 체류 시각과 체류 시간을 이용한 생활 패턴 모델링을 연구하였다[33].

대부분의 사람들의 일상생활이 24시간(하루)을 주기로 반복된다는 점을 이용하여 특정 하루의 체류 시각 및 시간 데이터를 CAR(Circadian Activity Rhythm)행렬로 만들고, 이 CAR행렬을 여러 날에 걸쳐 구하였다. 그런 다음 이 값의 평균값 행렬과 표준 편차 행렬을 구한다. 〈그림 16〉은 한 사람이 70일간 부엌에서 행동한 체류 시각과 시간의 평균 및 표준 편차를 보여준다. 이러한 결과를 한 사람의 생활 패턴 모델로 정의하였다.

한림대학교는 Virone의 논문에서 일상생활이 24시간 주기로

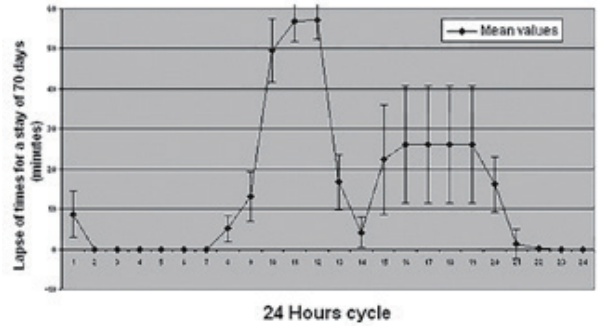


그림 16. 70일간의 주기적 행동 데이터(부엌)

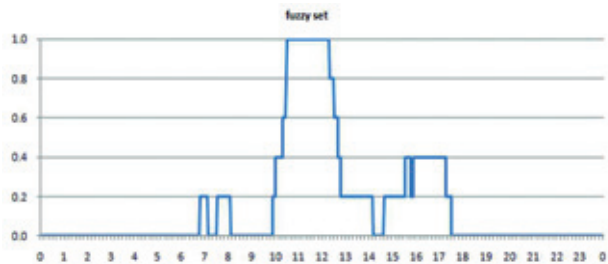


그림 17. 노인의 외출 특징 성분에 대한 5일 특징 값에 기초한 퍼지 그래프

반복된다는 점에 착안하여 퍼지 이론에 기초한 독거노인 생활 패턴 모델링을 연구하였다[34].

〈그림 17〉은 한 노인에게 대한 외출 특징 성분 데이터의 5일 동안의 퍼지 집합이다. 이 그래프는 실험자가 매우 규칙적으로 10시에서 11시 사이에 외출해서 12시를 넘어 집에 온다는 것을 보여준다.

경희대학교는 기존의 그래프 기반 궤적 데이터 모델링 기법의 문제점을 보완하여 개인화 서비스를 위한 궤적 데이터 모델링 기법을 제안한다[35]. 기존에 제안된 방법들은 고정 거리 반경의 원형 윈도우를 설정하여 윈도우 내의 모든 데이터를 하나의 노드로 취급하거나, 시퀀스 기반의 모델링 방식으로 각 위치를 유일한 노드로 취급한다. 이러한 방법들은 생활 패턴을 반영하는 중요한 장소 정보를 손실시킬 가능성이 크고, 존재하지 않는 패턴이 추출될 수 있다.

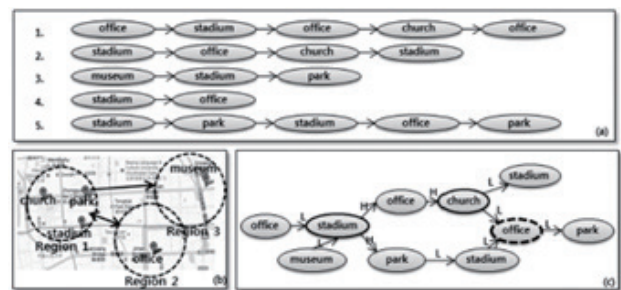


그림 18. 그래프기반 궤적 데이터 모델링 비교

〈그림 18〉은 제안한 방법과 기존 방법을 비교한 도표이다. (c)는 제안한 모델링 기법이다. 비교적 시퀀스의 시간 순서를 보존하며, 공통된 패턴을 요약하여 표현하는 것을 볼 수 있다.

2. QS(Quantified-self)

QS는 ‘정량화된 나’, ‘자가측정’, ‘수치로 보는 자신’이라는 의미로 해석할 수 있는데, 이는 자신에 대한 데이터를 정량화 하고 그 데이터를 이용하여 시각화 및 예측하는 것을 말한다.

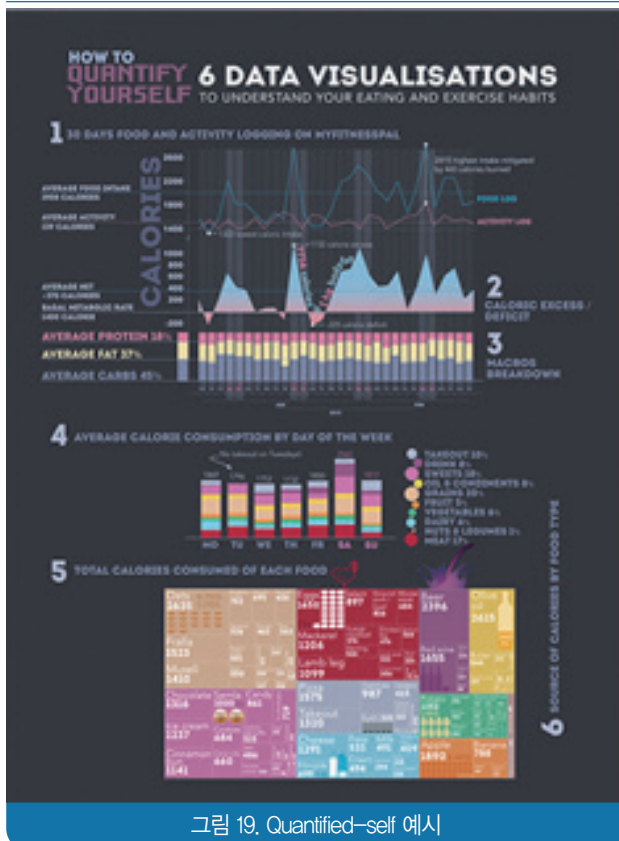


그림 19. Quantified-self 예시

〈그림 19〉는 QS의 과정을 나타낸 그림으로, 30일간의 식사와 행동 데이터를 수집한다. 수집한 데이터를 이용하여 일주일 단위로 하루 동안의 평균 칼로리 섭취량을 보여주고, 더 세분화하여 한 끼 식사 당 섭취한 칼로리를 시각화하여 보여준다[36].

VII. 결론

사물인터넷, 빅데이터 분석 기술은 다양한 활용 방안이 존재한다. 그 중 집단적인 데이터 수집 및 분석, 개인화된 서비스 형태를 가지는 라이프케어 기술은 적극적으로 사물인터넷과 빅데이터 기술을 활용할 수 있다.

개인 라이프로그 데이터에 기반을 둔 라이프케어 기술은 건

강 상태 추적, 질병의 발견 및 예측, 질병 발견 후 사후 관리 등 다양한 헬스케어 서비스와 접목할 수 있다. 이에 따라 퍼스널 데이터를 전문적으로 분석할 수 있는 전문 인력의 수요가 확산되고, 보다 정교한 분석 알고리즘이 필요할 것으로 예상된다. 라이프케어 기술은 운동이나 활동, 수면 뿐 아니라 운전이나 업무, 취미 활동 등 개인이 생활에서 접하게 되는 다양한 서비스와 결합할 수 있으므로 확장 가능성이 매우 큰 분야로 여러 분야의 융합 연구가 기대된다.

Acknowledgement

This research was supported by the MOE(Ministry of Education), Korea, under the General researchers support program supervised by the NRF(National Research Foundation of Korea) (2013R1A1A2009556)

참고 문헌

- [1] “2013년 사망원인통계”, STATISTICS KOREA, 2014.09.
- [2] 한국토지주택공사, “건강한 노후생활을 위하여 AAL 기반의 스마트 공동주택 헬스케어 기술개발 및 실증연구 상세기획”, 국토교통연구 기획사업 최종보고서, 2014. 9. 30
- [3] Fitbit, <http://www.fitbit.com/kr/home>
- [4] Jawbone, <https://jawbone.com/>
- [5] 인랩, <http://www.inbody.com/kr/product/InLab.aspx>
- [6] 아이리버온, <http://product.iriver.co.kr/>
- [7] Tellspec, <http://tellspec.com/>
- [8] 배윤정, et al. “다양한 속도의 걷기와 달리기에서 가속도센서의 에너지소비량 추정과 타당성.” 한국생활환경학회지 19,2 (2012): 223-230.
- [9] 노형석, 김윤경, and 조위덕. “3 축 가속도 센서를 이용한 실시간 활동량 모니터링 알고리즘.” 정보처리학회논문지 D 18,2 (2011): 143-148.
- [10] 김윤경, et al. “3 축 가속도 센서를 이용한 실시간 걸음 수 검출 알고리즘.” 인터넷정보학회논문지 12,3 (2011): 17-26.
- [11] Kim, Yun Kyoung, et al. “Real-time step-count detection and activity monitoring using a triaxial accelerometer.” Intelligent Automation & Soft Computing 18,3 (2012): 247-261.

- [12] Julian Chua, “Wearable activity trackers“, Sports Technology, <http://sportstechnologyblog.com/2012/12/14/wearable-activity-trackers/>, 2012.12
- [13] Lara, Oscar D., and Miguel A. Labrador. “A survey on human activity recognition using wearable sensors.” *Communications Surveys & Tutorials*, IEEE 15,3 (2013): 1192–1209.
- [14] 오일석. “패턴인식”, 교보문고, 2008
- [15] 한학용, “패턴인식 개론: MATLAB 실습을 통한 입체적 학습”, 한빛아카데미, 2014
- [16] 심홍진, “빅데이터와 라이프로그(Life-logging): 현황과 전망”, ICT 인문사회융합 동향 vol.1, pp42-53 정보통신정책연구원, March, 2014
- [17] 이성호, 민경옥, 김재철, 김주완, & 박종현. (2005). “위치 기반서비스 기술 동향”, ETRI 전자통신동향분석, 20(3), 33-42.
- [18] 최성욱, 박현수, 이성한, 손민현, 구용현, 박경순, & 김태석, “삼각측량법과 핑거프린트 방식을 결합한 효율적인 실내 위치인식 기법. 한국정보과학회 2011 가을 학술발표논문집 제 38 권 제 2 호 (D), 38(2D), 112-114.
- [19] 김광열, 박인환, 임이랑, 홍애란, 김진영, & 신요안. (2011). 위치 기반 서비스의 최근 동향. 한국통신학회지 (정보와통신), 28(7), 3-14. ISO 690
- [20] Hwang, Su Hwan, et al. “Polyvinylidene fluoride sensor-based method for unconstrained snoring detection.” *Physiological measurement* 36,7 (2015): 1399-1414(17page).
- [21] 최선탍, 조위덕, “피에조 센서를 이용한 수면 중 심박 신호 검출에 관한 연구”, 한국통신학회, 한국통신학회 학술대회논문집, 2014.1, 1-2 (2 pages)
- [22] Cavusoglu Mustafa, et al. “Automatic detection of snore episodes in paediatric population.” *Signal Processing and Communications Applications Conference (SIU)*, 2014 22nd, IEEE, 2014, p. 1138-1141(3page)
- [23] 이규필, 최선탍, 조위덕, “LDA를 이용한 코골이 검출방법에 대한 연구”, 한국통신학회, 한국통신학회 학술대회논문집, 2015.1, 371-372 (2 pages)
- [24] 박경찬, 최선탍, 조위덕, “수면 중 침대 진동과 손목 움직임의 상관관계 분석을 통한 각성 상태 판별”, 한국통신학회, 한국통신학회 학술대회 논문집, 2014.6, 386-387(2page)
- [25] [국내특허] 조위덕, (2012), “수면의 질 결정 장치 및 방법”, 특허등록 제 10-1218626호.
- [26] James Manyika & Michael Chui, “Big data: The next frontier for innovation, competition, and productivity”, McKinsey Global Institute, (2011년 05월), Pg.1.
- [27] John Gantz & David Reinsel, “Extracting Value from Chaos”, IDC IVIEW June, (2011년), p.6.
- [28] Michael Schroeck, “Analytics The Real World Use Of Big Data”, IBM Global Services, 2012.
- [29] 박기진, “빅데이터 Eco System”, PRACTICE & 중소기업포럼 IE, 2012.
- [30] 김지현, “공개 소스기반 개방형 사물인터넷 서버 플랫폼 구축 가이드”, IoT 개발자 포럼 2014, 2014년
- [31] 안일엽, “공개 소스기반 개방형 사물인터넷 디바이스 개발 가이드”, IoT 개발자 포럼 2014, 2014년
- [32] 남상열, 한동교, “고령화의 도전과 기회-ICT를 활용한 대응의 국제적 논의와 시사점”, 정보통신정책연구원 기본연구 14-12, 2014.12.31, 1-207(207 pages)
- [33] G. Virone, N. Noury, J. Demongeot, “A system for automatic measurement of circadian activity”, *Biomedical Engineering, IEEE Transactions on*, vol.49, no.12, pp.1463-1469, Dec. 2002.
- [34] 이선우, “24시간 주기의 독거노인 생활 패턴 모델링 및 이상 검출 방법”, 정보과학회논문지: 컴퓨팅의 실제 및 레터 17(7), 2011.7, 399-406 (8 pages)
- [35] 홍지혜, 박기성, 한용구, 이영구, “개인화 서비스를 위한 그래프 기반의 궤적 데이터 모델링 기법”, 정보과학회 논문지: 컴퓨팅의 실제 및 레터 19(1), 2013.1, 51-55 (5 pages)
- [36] QS, <http://quantifiedself.com/science>

약 력



조 위 덕

1977년~1981년 서강대학교 공학사
 1981년~1983년 한국과학기술원 공학석사
 1983년~1987년 한국과학기술원 공학박사
 1983년~1990년 금성전자(주), 기술연구소
 신호처리연구실장
 1990년~1991년 KAITECH, 수석 연구원
 1990년~2003년 전자부품연구원, 수석연구원,
 시스템연구본부장
 1995년~1995년 UK TTP/Cambridge, 연구원
 1995년~1996년 USA TCSI/Berkeley, 연구원
 2003년~2013년 (재)유비쿼터스컴퓨팅사업단,
 사업단장
 2010년~2014년 Sonybrook Univ. Electrical
 Engineering, 겸임교수
 2004년~현재 아주대학교, 전자공학부, 교수,
 라이프케어사이언스랩, 랩디렉터
 2006년~현재 유비쿼터스컨버전스연구소, 연구소장
 관심분야: Smart IoT Device, Well-ness System/
 Index, Lifelog big data, Healing Care
 Device/Service



최 선 탁

2011년 아주대학교 전자공학과 학사
 2011년~ 현재 아주대학교 전자공학과 석박사
 통합과정
 관심분야: Human Activity Sensing/Recognition,
 Mobile Context Aware Computing,
 Smart IoT Device



백 재 순

2007년 아주대학교 정보컴퓨터공학과 공학사
 2008년~현재 아주대학교
 유비쿼터스컨버전스연구소 전임연구원
 2014년~현재 아주대학교 라이프미디어협동과정
 석사과정
 관심분야: 라이프케어, 라이프로그, 웰니스케어



민 명 기

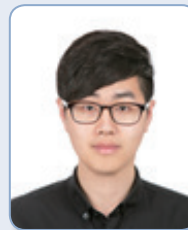
2013년 아주대학교 전자공학과 학사
 2013년~현재 아주대학교 전자공학과 석사과정
 관심분야: 신호처리, 패턴인식

약 력



이 영 권

2014년 아주대학교 전자공학과 학사
 2014년~현재 아주대학교 전자공학과 석사과정
 관심분야: 라이프로그, 위치 추적, 헬스케어, IoT



이 규 필

2015년 아주대학교 전자공학과 학사
 2015년~현재 아주대학교 전자공학과 석사과정
 관심분야: 유비쿼터스, 헬스케어, 신호처리



박 경 찬

2015년 아주대학교 전자공학과 학사
 2015년~현재 아주대학교 전자공학과 석사과정
 관심분야: 행동 인지, 행동 패턴



이 종 익

2015년 아주대학교 전자공학과 학사
 2015년~현재 아주대학교 전자공학과 석사과정
 관심분야: 데이터마ining, 패턴인식