

Mi Band와 MongoDB를 사용한 생체정보

빅데이터 시스템의 설계

(Design of Building Biometric Big Data System using the Mi Band and MongoDB)

이영훈*, 김용일**

(Younghun Lee, Yongil Kim)

요약

빅데이터 기술의 발전에 따라 여러 분야에서 빅데이터의 필요성이 증가하고 있다. 그중 최근 의료 산업은 치료 중심에서 예방과 건강관리 중심으로 변화됨에 따라 질병 발생 가능성 예측 및 개인 맞춤형 의료 서비스의 중요성이 증대되고 있다. 이를 위해서는 개인의 생체정보를 수집할 수 있는 디바이스와 수집된 데이터를 분석할 빅데이터 시스템이 필요하다. 본 논문에서는 저가형 웨어러블 디바이스를 이용한 생체정보 빅데이터 시스템을 설계하였다. 웨어러블 디바이스는 심장 박동수와 걸음 수, 활동량 등의 기본적인 생체정보를 획득할 수 있는 Mi Band를 이용하였고, 수집된 생체정보는 MongoDB를 이용하여 NoSQL 형식으로 저장한 후 분석하였다. 본 연구의 결과를 기반으로 차후에는 Hadoop 등을 사용하여 실제 의료 환경에서 사용이 가능한 빅데이터 시스템을 구축하고 다양한 의료 정보용 웨어러블 디바이스와 연계하여 실제 의료 서비스에서 사용이 가능할 수 있다.

■ 중심어 : 빅데이터 ; 미밴드 ; 몽고DB ; 파이어베이스 ; 웨어러블 디바이스

Abstract

Big data technologies are increasing the need for big data in many areas of the world. Recently, the health care industry has become increasingly aware of the importance of disease and health care services, as it has become increasingly immune to prevention and health care. To do this, we need a Big data system to collect and analyze the personal biometric data. In this paper, we design the biometric big data system using low cost wearable device. We collect basic biometric data, such as heart rate, step count and physical activity from Mi Band, and store the collected biometric data into MongoDB. Based on the results of this study, it is possible to build a big data system that can be used in actual medical environment by using Hadoop etc. and to use it in real medical service in connection with various wearable devices for medical information.

■ keywords : BigData ; Mi Band ; MongoDB ; Firebase ; Wearable Device

I. 서론

오픈 소스 하둡을 기반으로 빅데이터 기술의 발전에 따라 여러 분야에서 빅데이터의 필요성이 증가하고 있으며 그중 보건 의료 분야는 치료 중심에서 예방과 건강 관리 중심으로 변화됨에 따라 질병 발생 가능성 예측, 개인 맞춤형 의료 서비스의 중요성이 증대되고 있다[1][2].

이를 위해서는 개인의 생체정보를 수집하기 위한 디바이스와 심장 박동 수, 활동량, 걸음 수, 수면 상태 등의 생체정보를 수집하기 위해 다양한 센서를 가진 웨어러블 디바이스들이 출시되고 있다. Xiaomi의 Mi Band, Samsung의 Gear 시리즈, Fitbit

등을 예로 들 수 있으며, 수집된 데이터를 분석하는 빅데이터 시스템은 Hadoop, Spark 등을 필두로 하는 대규모 데이터 분석 시스템과 MongoDB 등의 중소규모 데이터를 저장하고 분석할 수 있는 시스템이 있다.

또한, 위와 같은 웨어러블 디바이스를 사용하여 수집되는 데이터뿐만 아니라 건강검진자료, 질병 자료, 유전체 분석 데이터 등 바이오센싱, 의료영상 데이터 역시 다양한 경로로 수집·저장되고 있으며[2], Mckinsey는 빅데이터 활용 시 미국 의료분야에서 연 3,000억 달러, 유럽 공공분야에서 연 2,500달러의 경제적 효과가 발생할 것을 예측하고 있다[3]. 그리고 일본 총무성은 빅데이터의 활용이 촉진되면 부가가치의 창출이나 사회적 비용의 절감에서 총 16조 원 이상의 경제적인 효과가 얻어질 것

* 학생회원, 호남대학교 인터넷소프트웨어학과

** 종신회원, 호남대학교 인터넷콘텐츠학과

접수일자 : 2016년 12월 05일

수정일자 : 2016년 12월 14일

게재확정일 : 2016년 12월 20일

교신저자 : 김용일 e-mail : yikim@honam.ac.kr

으로 예상하며 우리나라는 약 10.7조의 정부지출을 감소시킬 것으로 예측하고 있다[4].

따라서 본 논문에서는 기본적인 활동량과 심장 박동 수의 생체정보를 수집하여 분석할 수 있는 빅데이터 시스템을 설계해 보고 프로토타입을 구축하였다. 본 논문은 다음과 같은 순서로 구성되어 있다. 2장에서는 본 논문과 관련된 기술에 대해 설명하고 3장과 4장에서 연구 결과를 보인 후 마지막으로 5장에서는 결론 및 향후 연구에 관하여 기술한다.

II. 관련 기술

1. MongoDB

MongoDB는 NoSQL로 분류되는 크로스 플랫폼 도큐먼트 지향 데이터베이스 시스템으로 MySQL처럼 전통적인 테이블-관계 기반의 RDBMS가 아니며 SQL을 사용하지 않는다. 현재 MongoDB는 크레이그리스트, 이베이, 소스포지, 뉴욕타임스, 구글, 페이스북과 같은 수많은 주요 웹사이트 및 서비스에 채택되고 있으며 MongoDB는 가장 유명한 NoSQL 데이터베이스 시스템이다.

MongoDB의 특징으로는 테이블과 같이 스키마가 고정된 구조 대신, JSON 형태의 동적 스키마형 문서를 사용하는데 이를 BSON이라고 부른다. 가장 기본적인 데이터를 Document라고 부르며 이는 RDBMS에서 행(row)에 해당한다. 이 Document의 집합을 Collection이라고 하는데 이는 RDBMS의 테이블(Table)에 해당하며 Collection의 집합은 Database이고, 이는 RDBMS에서도 같다.

따라서, MongoDB는 기존 RDBMS보다 굉장히 빠르는데 이는 ACID(데이터베이스 트랜잭션이 안전하게 수행된다는 것을 보장하기 위한 성질)를 포기하고 얻은 것이다. 그러므로 은행 데이터 같은 일관성이 중요한 작업에는 MongoDB를 사용하기 매우 어렵다[5].

2. Google Firebase

2012년 실시간 클라우드 데이터베이스(Realtime Cloud Database)로 시작되었으며, 실시간 클라우드 데이터베이스는 현재 Firebase의 가장 핵심적인 기능이다. 이후 2014년에 Google에 인수되어 Google의 GCM(Google Cloud Message), Analytics 등의 기술을 Firebase에 새롭게 접목해 성장하고 있는 서비스이다[6].

Firebase는 일반적인 클라우드 서비스와 같이 단순한 서버만을 직접 제공하는 기술이 아니라 클라우드 서비스를 제공함과 동시에 백 엔드의 기능 또한 가지고 있는데 그 예로 핵심 기능

인 Realtime Database, 사진 등을 저장할 수 있는 Storage, 회원 가입과 인증을 대신해주는 Auth, 원격으로 사용자 앱의 설정을 수정할 수 있는 Remote Config 등이 있다.

3. Xiaomi Mi Band 1s

2015년 11월 11일에 기존의 Mi Band 1에 심장박동 센서를 추가하여 출시되었으며, 17,000원대의 저렴한 가격으로 심장박동 정보와 걸음 수, 수면 상태를 측정하는 등의 기본적인 생체정보를 수집할 수 있는 웨어러블 디바이스이다.

다른 웨어러블 디바이스와 비교하여 배터리가 오래가며 샤워를 할 때도 착용이 가능한 방수기능 등이 있어 장시간 사용자의 생체정보를 측정하는데 쉽다. 하지만 제작사에서 제공하는 Software Development Kit이 존재하지 않아 실제 시스템 구성에는 어려움이 있었다. 본 논문에서는 이 Mi Band를 사용할 수 있는 Library를 개발하여 사용할 수 있도록 하였다

III. 생체정보 빅데이터 시스템 설계 및 프로토타입 구축

본 연구의 전체 구조에서 개인의 생체정보 수집은 가격이 저렴하여 부담 없이 사용할 수 있는 Mi Band를 이용하였으며, 빅데이터 분석 시스템은 중소규모 데이터를 저장하고 분석하는데 적합한 MongoDB를 이용하여 아래 그림 1과 같이 수집 및 분석 시스템을 설계하고 프로토타입을 구축하였다.

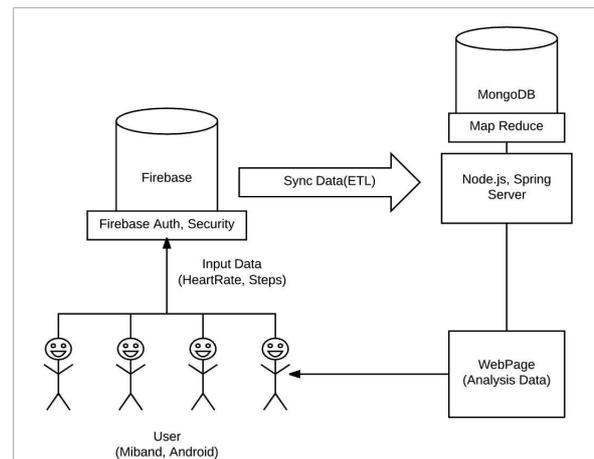


그림 1. 프로토타입 개요

1. Mi Band 1s Library

본 연구에서는 개인의 생체정보를 수집하기 위해 웨어러블 디

바이스 선택에서 두 가지 조건을 고려하였다. 기존의 상용화된 제품을 사용하는 것과 자체적으로 웨어러블 장비를 제작하는 것이었다. 첫 번째 상용화 제품의 경우 가격대비 성능이 좋은 반면 제공되는 라이브러리가 없었으며, 두 번째 자체 개발에는 개발한 라이브러리를 사용할 수 있지만 많은 비용과 시간이 필요하였다. 따라서, 본 연구에서는 상용화된 제품 중에서 저렴한 가격의 Xiaomi의 Mi Band 1s를 선택하였으며, 개발에 필요한 Mi Band 1s용 Library를 직접 개발하게 되었다.

Mi Band 1s는 Bluetooth Low Energy를 통해서 Android와 통신을 하고 있는데 이 통신 데이터를 가져오기 위해서는 각 기능에 맞는 UUID가 필요하므로 UUID 정보를 먼저 알아내는 것이 중요하였다. 본 연구에서는 기 개발되어 있는 Github의 Library를 참고하여[7] 기본적인 UUID와 개발에 필요한 추가 UUID는 반복적인 실험을 통해서 알아낼 수 있었다[8]. 본 연구과 관련하여 사용하고 있는 UUID는 아래 표 1과 같으며 이를 이용한 라이브러리를 클래스 다이어그램으로 도식화하면 그림 2와 같다.

표 1. 사용중인 Mi Band 1s UUID 리스트

UUID	내용
0000FF06-0000-1000-8000-00805f9b34fb	Read : 현재 걸음 수 반환 Listener : 실시간 걸음 수 반환
00002A39-0000-1000-8000-00805f9b34fb	Write : 심박센서 작동 관련 (0 : 약 10회, 1 : 1회)
00002A37-0000-1000-8000-00805f9b34fb	Listener : 심박센서 값 반환
0000FF04-0000-1000-8000-00805f9b34fb	Read : UserInfo 반환 Write : UserInfo 등록
0000FEE0-0000-1000-8000-00805f9b34fb	Service : Mi Band Service
0000180D-0000-1000-8000-00805f9b34fb	Service : HeartRate Service

본 연구에서 개발된 라이브러리의 전체적인 클래스 다이어그램을 그림 3, 그림 4에 나타내었다. 별도의 클래스로 구분한 것은 추후 확장성을 고려한 것으로, 다른 기능이 추가되면 UUID클래스에 UUID를 추가하고 UUID에 맞는 사용 함수를 Miband 클래스에 작성하면 정상적으로 작동되도록 하였다.

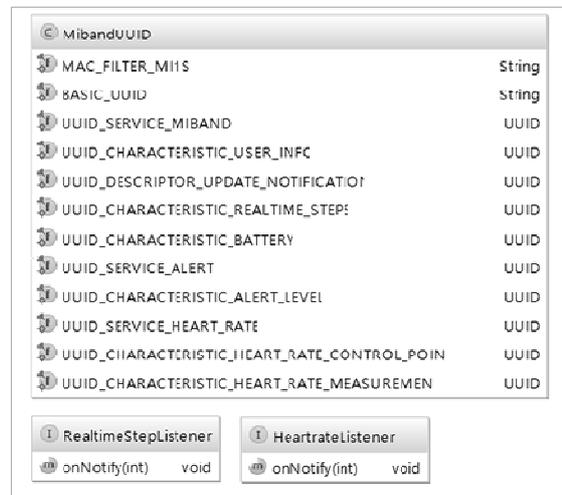


그림 2. Class Diagram UUID

그림 3의 Miband 클래스는 Wrapper 클래스로 설계하였다. Mi Band는 블루투스 저전력 에너지 I/O를 선택하여 사용하므로 클래스는 read, write, listener 3가지를 조합하여 함수를 만들었으며 각 read, write I/O에는 프로토콜을 매개변수로 받아 처리할 수 있도록 설계하였다.

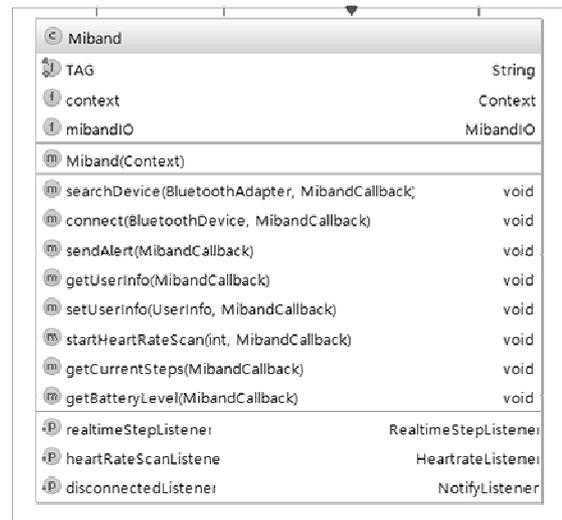


그림 3. Class Diagram Wrapper

MibandIO 클래스는 MAC 주소를 기반으로 페어링된 블루투스 디바이스 목록에서 Mi Band를 찾아 연결하는 기능이 포함되어 있다. 대표적인 기능으로 Bluetooth Low Energy 통신을 위한 함수, 블루투스 연결을 위한 connect 함수, 그리고 IO를 담당하는 readCharacteristic, writeCharacteristic, setNotifyListener 함수가 있다. 또한, MibandCallback 클래스는 각 기능의 성공 여부를 알기 위하여 만든 클래스로 일종의 함수 포인터 역할을 하여 onSuccess와 onFail을 통해서 성공과 실패를 반환한다.

본 연구에서 개발한 라이브러리 소스는 Github에서 확인이 가

능하고 (https://github.com/Iyeonghun/Mi_Band_SDK) Android 스마트폰에서 gradle을 통해 Android Marshmallow 이상에서 사용할 수 있다.

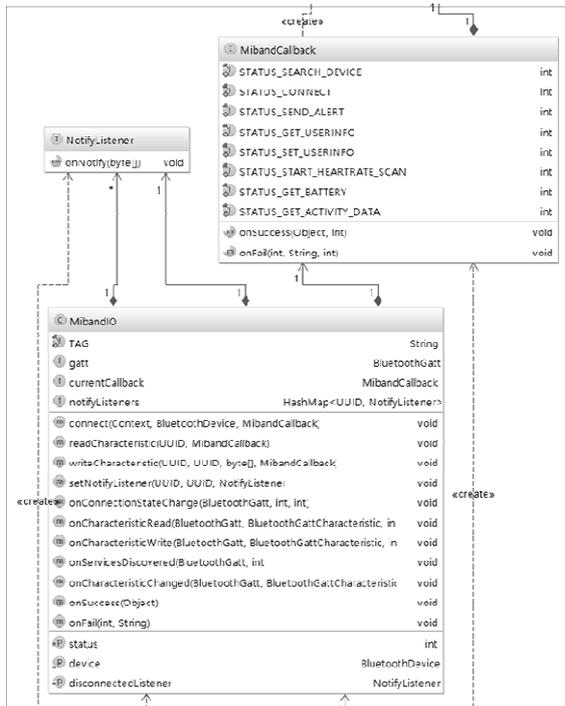


그림 4. Class Diagram MibandIO, Callback

2. 생체정보 데이터 수집 모듈

본 연구의 수집 모듈에서 활용된 생체정보는 Mi Band 1s 디바이스 제공하는 걸음 수, 활동량, 심장박동수를 기준으로 하였다. 이는 연구에서 사용한 Mi Band 1s 디바이스의 기능의 한계가 있기 때문에 향후 다양한 생체정보를 수집할 수 있는 디바이스가 개발되면 확장할 수 있도록 설계하였다.

생체 정보 데이터 수집 모듈은 본 연구에서 자체적으로 개발한 Mi Band 1s Library를 기반으로 Android용 앱을 제작하였으며, 데이터 수집 모듈에 대한 전체적인 개용 그림 5에 나타내었다.

데이터 수집 모듈 앱은 사용자의 인터넷환경이 불안정하여도 서버에 데이터를 저장할 수 있도록 별도의 서버를 구축하지 않고 Google의 Firebase를 사용하였다. 데이터 수집 모듈 앱의 동작과정은 이메일과 비밀번호를 이용한 회원가입 후 Firebase에서 제공되는 토큰을 이용하여 수집 모듈 앱과 Firebase간에 데이터 전송이 이루어진다.

데이터 수집 모듈 앱은 스마트폰에서 백그라운드로 실행되며 60,000ms 주기로 사용자의 심장박동수와 걸음 수를 Mi Band에서 수집해서 Firebase에 저장하는 구조로 이루어져 있다.

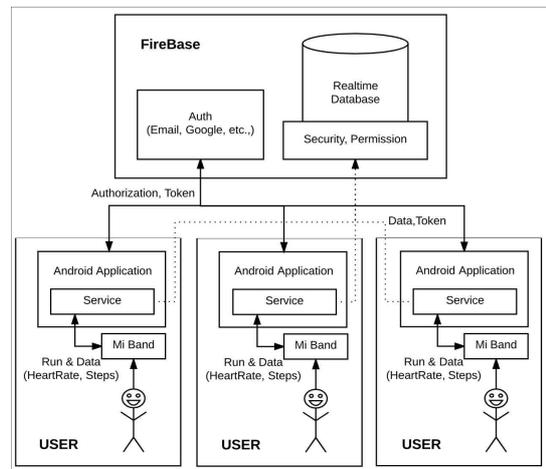


그림 5. 수집 모듈 개요

Google Firebase의 대표적인 기능으로 Realtime Cloud Database를 사용하며, 사용자의 네트워크 환경이 불안정한 경우는 자동으로 스마트폰 내부에 저장하고 네트워크 환경이 안전해졌을 때 일괄적으로 전송이 이루어지도록 하여 데이터 손실을 최소화하였다. 또한, 생체정보 데이터 수집 앱은 스마트폰과 디바이스가 동작되는 동안 데이터를 수집할 수 있도록 스마트폰 재시작시 자동으로 수집 Service를 시작한다. Service는 자동으로 Mi Band 1s와 연결을 하고 데이터 수집을 시작하여 Firebase에 저장하므로 Mi Band 1s와 스마트폰을 가지고 있으면 자동으로 생체정보의 수집이 가능하다.

```

{
  "activity" : { // 활동 데이터
    "gorG3qBP3jYNGYxaM1BTSu56wyH2" : // User Key
    {
      "16-01-01" : // 날짜
      {
        "352" : // 시간 (분)
        {
          "heartRate" : 76, // 심장 박동 수
          "steps" : 85 // 걸음 수
        },
        "353" : // 시간 (분)
        {
          "heartRate" : 76, // 심장 박동 수
          "steps" : 85 // 걸음 수
        }
      }
    }
  },
  "member" : { // 회원정보
    "gorG3qBP3jYNGYxaM1BTSu56wyH2" : // User Key
    { // User Key
      "age" : 24, // 나이
      "gender" : 1, //성별 1:남성 2:여성
      "height" : 178, // 키
      "name" : "홍길동", // 이름
      "weight" : 79 // 몸무게
    }
  }
}
    
```

그림 6. Firebase Data 저장 구조

Google Firebase에 저장되는 데이터는 그림 6과 같이 JSON 형식으로 저장된다. 데이터 구조는 생체 활동 데이터와 회원 데이터로 구성되어 있으며, 각 사용자에게 할당된 User Key를 가지고 데이터를 구분한다. 또한 생체 활동데이터는 날짜로 구분하여 데이터를 관리하고 있으며 각 날짜에는 시간을 분으로 변환하여 심장 박동 수와 걸음 수를 저장한다.

JSON 형태의 저장 방식은 MongoDB로 데이터를 CRUD 할 때 데이터의 형식이 같아 속도와 데이터 안정성을 보장할 수 있게 하였다.

3. 생체정보 데이터 분석 모듈

생체정보 데이터 분석 모듈은 그림 7과 같이 구성되어 있다. 분석모듈의 전처리과정에서는 매일 정각에 하루 전날까지 수집된 모든 데이터를 Firebase의 Realtime Database에서 Node.js의 MongoDB에 저장한다. 일반적인 Database 경우에는 데이터 처리를 위한 라이브러리가 제공되지만 Google Firebase Realtime Database와 MongoDB간의 데이터처리는 제공되는 라이브러리가 없어서 직접 제작하여 이용하였다. Node.js 서버 역시 Firebase에 등록을 통해 Token을 받아와야 Realtime Database에 접근할 수 있는데 이 문제점은 하나의 서버 계정을 임의로 생성하여 해결하였다.

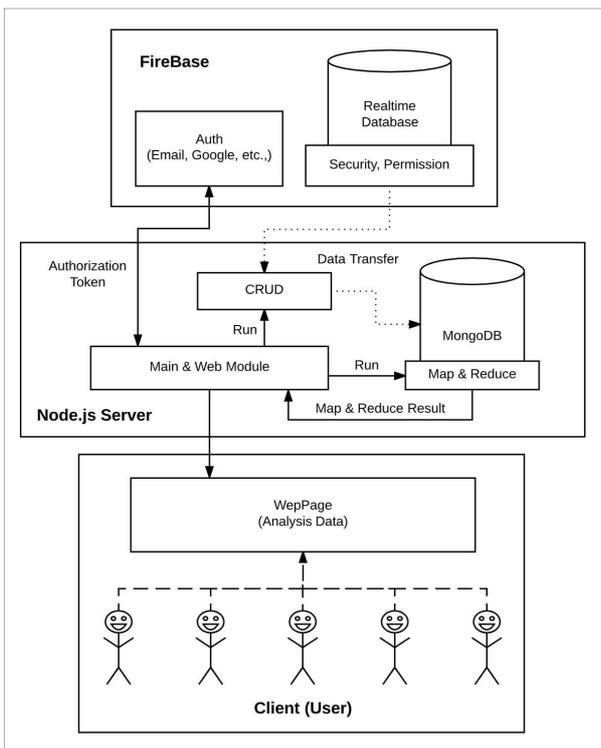


그림 7. 분석 모듈 개요

데이터 분석 모듈의 전처리과정을 통하여 MongoDB에 저장된 데이터 형식은 그림 8과 같다. Google Firebase에서 2개의 그룹으로 나누어진 데이터는 사용자당 하나의 ObjectID를 통해서 처리하도록 하였으며, 생체정보 데이터는 data라는 항목을 통해서 날짜별로 관리되고 activities라는 하위 항목에 시간으로 분류하였다.

Node.js 서버에는 데이터 전처리과정 이외에 데이터 분석과정이 있는데, 데이터 분석과정에서는 MongoDB에 저장된 데이터에 대해 Map&Reduce 과정을 실행한다. 데이터 처리를 효율적으로 하기 위해서 먼저 데이터를 가져와 Node.js에서 분석하는 것보다 MongoDB에서 집계를 하고 Node.js에서 시각화하는 것이 많은 양의 데이터를 분석하였다[9]. 이렇게 처리된 결과는 웹 페이지를 통해서 접근할 수 있도록 하였다.

```

{
  "_id" : ObjectId("임의값"),
  "user_id" : "gorG3qBP3jYNGYxaM1BTSu56wyH2",
  "age" : 24,
  "gender" : 1,
  "height" : 178,
  "weight" : 79,
  "name" : "홍길동",
  "data" : [
    {
      "date" : "16-01-01",
      "activities" : [
        {
          "time" : 352,
          "heartRate" : 76,
          "steps" : 85
        },
        {
          "time" : 353,
          "heartRate" : 76,
          "steps" : 85
        }
      ]
    },
    {
      "date" : "16-01-02",
      "activities" : [
    
```

그림 8. MongoDB Data 저장 구조

IV. 프로토타입 테스트결과

본 연구에서는 Mi Band와 MongoDB를 사용하여 생체정보 빅데이터 시스템의 프로토타입을 개발하였다. Mi Band와 스마트폰과의 생체정보 전송을 위해 블루투스 통신을 사용하였으며, 생체정보를 수집하기 위해 안드로이드용 Mi Band용 라이브러리를 개발하였다. 또한, 개발된 라이브러리를 이용해서 생체정

보수집 앱을 제작하였으며, 수집된 데이터는 Google Firebase에 저장하였다. 이렇게 저장된 생체정보는 데이터 분석을 위해 Node.js에서 처리한 후 앱을 통해 확인할 수 있도록 하였다.

1. 데이터 수집 앱과 Google Firebase

Mi Band로부터 생체정보를 수집하기 위한 안드로이드 기반 앱을 제작하였다. 그림 9와 같이 데이터 수집 앱은 백그라운드 서비스로 실행되기 때문에 특별한 인터페이스가 필요 없다. 따라서 수집된 생체 정보를 저장하기 위해서 Google Firebase를 사용하기 위한 로그인 및 회원가입 화면과 서비스를 동작시키는 2개의 페이지로 구성되어 있다.

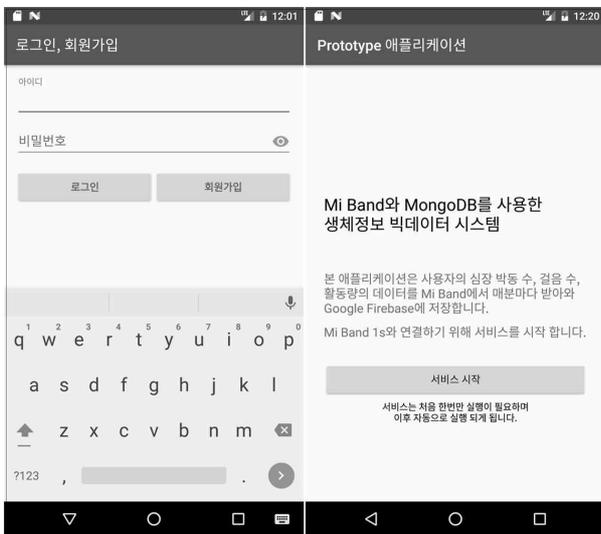


그림 9. 프로토타입 애플리케이션

데이터 수집 앱은 Mi Band와 스마트폰이 켜져 있는 동안 백그라운드 서비스로 동작되면서 주기적(60,000ms)으로 생체 데이터를 수집한다. 두 디바이스간 데이터 전송은 블루투스 통신을 사용하며 스마트폰으로 전송된 데이터는 인터넷을 통하여 Google Firebase로 전송한다. 이렇게 전송된 데이터는 그림 10과 같이 Node.js를 통하여 MongoDB로 전송되어 웹페이지에서 확인할 수 있다.

2. 데이터 분석 및 웹 페이지를 통한 결과 확인

Mi Band와 Android 앱을 통해서 수집된 생체정보는 Google Firebase에 생체 활동 데이터와 회원 데이터로 구성되어 저장된다. 회원데이터는 각 사용자에게 할당된 User Key를 가지고 데이터를 구분하고, 생체 활동데이터는 날짜로 구분하여

데이터를 관리하고 있으며 각 날짜에는 시간을 분으로 변환하여 심장 박동 수와 걸음 수를 저장한다. 이렇게 저장된 데이터는 데이터 분석을 할 수가 없으므로 분석을 위해 Node.js를 사용하여 MongoDB로 데이터를 복사한 후 분석을 해야 한다. 데이터 분석을 위해 map/reduce 프로그램을 실행하여 처리한 후 각 사용자별 전체 평균과 하루 데이터를 확인할 수 있는 웹 페이지를 그림 11과 같이 만들었다.



그림 10. Google Firebase 데이터 확인

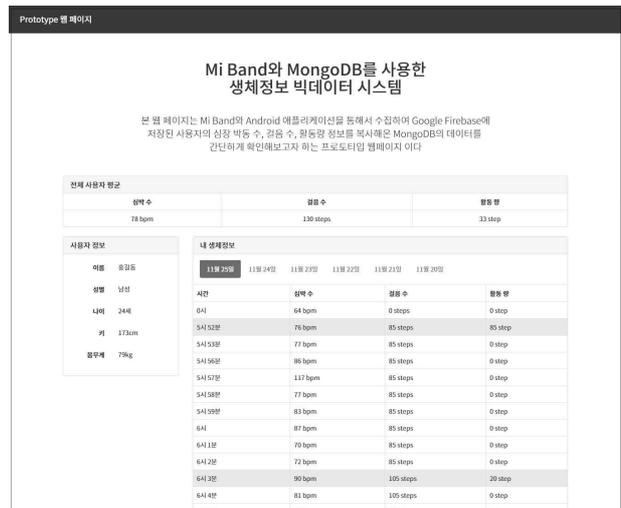


그림 11. 웹페이지를 이용한 MongoDB 데이터 확인

V. 결론

현대 의료분야에서 최고의 치료는 예방과 지속적인 관리라고 한다. 그렇다고 하였을 때 의료 분야에 있어서 빅데이터를 활용하여 의료 및 생체 정보를 수집하고 예방과 건강 관리 중심으로 발전을 해나가는 것이 최고의 치료라고 할 수 있을 것이다.

이를 위해서는 의료 및 생체정보를 수집하고 분석하는 빅데이터 시스템이 필요하며, 본 연구에서는 저가형 Mi Band 1s와 MongoDB를 사용하여 생체정보 빅데이터 시스템을 설계하였

고, 시스템을 검증하기 위해서 프로토타입을 개발해 보았다.

본 연구에서는 자체 개발한 안드로이드용 Mi Band 생체 수집 라이브러리를 개발하였으며, 이를 이용하여 심박수, 활동량, 걸음 수를 수집하는 앱을 개발하였다. 수집된 생체 데이터는 사용자의 인터넷 환경과 무관하게 데이터 손실없이 저장되도록 Google Firebase를 활용하였다. 또한, Firebase에 저장된 데이터는 Node.js를 통하여 MongoDB 형태로 변환된 후 map/reduce 프로그램을 통해 분석하였다. 분석된 결과는 웹 환경에서 검색해 볼 수 있도록 하였다.

향후에는 진화된 웨어러블장치로부터 다양한 생체정보를 수집하고 많은 양의 생체데이터를 하둡과 같은 오픈소스를 이용해서 분석할 수 있는 시스템으로 확장할 계획이다. 또한, 숫자로만 나열하는 현재의 프로토타입을 D3.js, C3.js 라이브러리 등을 활용하여 데이터 시각화를 포함시킬 계획이다.

References

- [1] 이충권, “빅데이터 정보시스템의 구축 및 사례에 관한 연구”, 스마트미디어저널, 제4권, 제3호, 2015, pp 56-61.
- [2] 이인재, “국내외 보건의료 빅데이터 현황 및 과제” 『정보통신기술진흥센터 주간기술동향』, 산업 제 223회, pp.14쪽, 2014
- [3] McKinsey Global Institute, “Big Data: The Next Frontier for Innovation, for Innovation, Competition, and Productivity”, McKinsey Inc, 2011
- [4] 송태민, “우리나라 보건복지 빅데이터 동향 및 활용 방안” 『과학기술정책연구원 과학기술정책』, 통권 192호, pp.18쪽, 2013
- [5] Kristina Chodorow, “MongoDB The Definitive Guide”, O'Reilly Media, 2010
- [6] Google, “Firebase Doc”, firebase.google.com/docs, 2016
- [7] Pangliang, “miband-sdk-android”, GitHub, 2015
- [8] Kevin Townsend, Carles Cufi, Akiba, Robert Davidson, “Getting Started with Bluetooth Low Energy”, O'Reilly Media, 2014
- [9] Brad Dayley, “Node.js, MongoDB, and AngularJS Web Development”, Addison-Wesley, 2014

저 자 소 개



이영훈(학생회원)

2010년 ~ 현재 호남대학교 인터넷소
프트웨어 학과 학사.

<주관심분야 : IoT, Bigdata, Android, Hybird App>



김용일(정회원)

1984년 3월 전남대학교 계산통계학과(이학
사)

1986년 2월 한국과학기술원 전산학과(공학
석사)

1986년 3월~1994년 2월 한국원자력연구소

선임연구원

1994년 3월~2000년 2월: 초당대학교 컴퓨터학과 조교수

2002년 3월~현재: 호남대학교 인터넷콘텐츠학과 부교수

<주관심분야 : 빅데이터, 클라우드 컴퓨팅, 지능형 에이
전트 >