

아두이노 환경에서 웰니스를 위한 WPHR 서비스

조영복¹ · 우성희² · 이상호^{1*}

A WPHR Service for Wellness in the Arduino Environment

Young-bok Cho¹ · Sung-hee Woo² · Sang-ho Lee^{1*}

^{1*}Department of Computer Science, Chungbuk National University, Chungbuk 28644, Korea

²Department of Medical Information IT&Engineering, Korea National University of Transportation, Chungbuk, 27909, Korea

요 약

본 논문에서는 안드로이드 환경에서 개인 건강로그 정보를 분석하고 개인별 맞춤형 운동정보 제공 및 보행자의 상태를 모니터링 할 수 있는 알고리즘을 제안한다. 개인 건강로그 정보 수집은 아두이노 기반의 MPU6050 센서를 이용해 사용자의 이동 raw data를 센싱하고 분석한다. 이동 정보의 구분을 위해 노이즈를 제거하고 연령별 임계값을 적용하였다. 또한 개인정보 보호를 위해 APK 파일의 디컴파일링 방지 및 압/복호화를 제공함으로써 안전성을 강화하였다. 실험결과 MPU6050 센서를 손목에 부착하는 경우보다 발목에 부착한 경우가 평균 98.97% 정확하게 데이터가 측정되었고, SEED 128비트 암호화 기반의 DEX파일의 로딩시간은 평균 시간을 0.55ms로 오버헤드를 최소화하였다.

ABSTRACT

In this paper, we propose an algorithm for analyzing personal health log information in android environment, providing personal health log information in android environment, providing personalized exercise information and monitoring the condition of pedestrians. Personal health log data collection is performed based on raw data of user using MPU6050 sensor based on Arduino. Noise was removed and age threshold was applied to distinguish movement information. In addition, to protect personal information, safety is enhanced by providing anti-compilation prevention and encryption/decryption of APK file, and the result of movement information collection is measured according to sensor location. Experimental results showed that the MPU6050 sensor mounted one the ankle was measured 98.97% more accurately than the wrist. In addition, the loading time of SEED 128 bit encryption based DEX file has the average time of 0.55ms, minimizing the overhead.

키워드 : 웰니스, 아두이노, 건강정보, 안드로이드, 개인건강기록레코드

Key word : Wellness, Arduino, Health Information, Android, PHR

Received 18 August 2017, Revised 08 September 2017, Accepted 21 October 2017

* Corresponding Author Sang-Ho Lee(E-mail:shlee@cbnu.ac.kr, Tel:+82-43-261-2253)

Department of Computer Science, Chungbuk National University, Chungbuk 28644, Korea

Open Access <http://doi.org/10.6109/jkice.2018.22.1.83>

print ISSN: 2234-4772 online ISSN: 2288-4165

©This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License(<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.
Copyright © The Korea Institute of Information and Communication Engineering.

I. 서 론

글로벌 보건의로 분석 시장은 2014~2019년 연평균 25%의 성장률이 예측되며 미래 경제 성장을 견인하는 유망 분야로 주목받고 있다[1].

보건의로 분야에서 빅데이터의 활용은 보건의로 패러다임의 변화를 의미한다. 즉 보건의로 분야에서 빅데이터의 활용은 개인이 건강을 관리하고 의료를 선택하는 방식을 변화시켜 보건 의료시스템 전반에서 건강 결과와 지출의 효율을 높이는 혁신의 동력으로 기대되고 있다[1, 2]. 세계 빅데이터 시장은 빠른 속도로 보건 의료 데이터를 활용하고 있고, 국내에서도 보건의로 빅데이터를 국가 서비스 산업 발전 전략의 일부로 추진되고 있다[3, 4].

제안 논문에서는 고령화 사회에 접어든 우리나라의 헬스케어 분야에서 적용 가능한 안드로이드 기반의 WPHR(Wellness Personal Healthcare Record) 환경을 제공한다. 본 논문에서는 최근 사용자의 생체정보를 활용한 다양한 연구가 활발해 지고 있는 시점에서 IoT를 활용한 고령자를 위한 건강관리 앱과 연동한다. 제안 어플리케이션은 고령자의 토탈 건강서비스 관리가 가능하고 단순한 건강관리 뿐 아니라 웰빙을 즐길 수 있는 추천 서비스를 빅데이터 기반으로 개인별 맞춤형 운동 서비스를 제공한다. 이는 향후 고령사회에서 단순한 건강정보 제공의 PHR 기능이 아닌 웰니스를 기반으로 개인별 맞춤형 건강 토탈 서비스(WPHR) 지원에 활용이 가능할 것이다. 또한 개인 정보라는 특성을 고려해 데이터의 안전성을 기반으로 어플리케이션을 설계하였다. 따라서 제안 논문은 의료기관의 효율성과 편리성을 위한 U-Hospital, 노인과 만성질환자를 대상으로 하는 원격모니터링, 홈 헬스케어 그리고 건강 유지가 목적인 웰니스(wellness) 서비스 제공에 활용한다.

본 논문의 2장에서는 관련연구로 개발 환경인 아두이노와 웰니스기반의 WPHR에 대해 정리하고 3장에서는 제안방법인 빅데이터 기반의 WPHR 플랫폼 구축에 대해 기술한다. 4장에서는 제안플랫폼에 대한 평가와 5장에서는 결론 및 향후 연구 방향에 대해 기술한다.

II. 본 론

2.1. 아두이노

아두이노는 오픈소스기반으로 8비트의 마이크로 컨트롤러를 사용하는 다양한 센서를 통해 데이터를 수집하고 활용한다. 아두이노 보드는 오픈소스 기반의 컴퓨팅 플랫폼을 채택하여 하드웨어 및 소프트웨어의 전문 지식이 없어도 누구나 쉽게 배우고 사용할 수 있도록 개발되었다. 또한 가격이 저렴하면서 견고한 특징을 가지고 있어서 누구나 저비용으로 쉽게 접근이 가능하고, 쉴드라 불리는 다양한 추가 모듈을 이용해서 기존에 없었던 다양한 기능을 쉽게 창조하여 구현 할 수 있는 확장성이 뛰어나다. 이처럼 아두이노는 오픈소스로 쉽고 싸게 하드웨어를 만들며, USB로 PC에 간단히 연결할 수 있을 뿐 아니라 다양한 모듈을 연결하여 필요한 기능으로 확장 가능한 특징을 가진다[5].

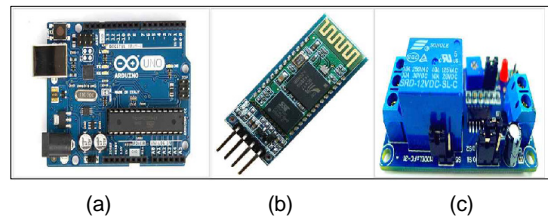


Fig. 1 Main component of Arduino system

아두이노 시스템의 주요 구성품은 그림 1과 같이 MCU 역할을 하는 (a) UNO 보드, 무선기기와의 통신을 관장하는 (b)블루투스 모듈, 그리고 다양한 전기장치들을 On/Off 할 수 있는 (c)Relay를 들 수 있다. 추가적으로, 우노보드와 연동하여 인터넷 통신을 하기 위한 Ethernet 쉴드, 와이파이 접속을 위한 WiFi 쉴드등의 통신관련 쉴드가 있다. 또한 UNO 보드에 입력 값을 제공할 수 있는 온도·습도, 조도, 소리, 움직임, 심장박동, 기압기 감지 센서 등 다수의 센서가 존재한다.

2.2. Wellness-PHR 서비스를 위한 하둡 플랫폼

거대한 양의 생체데이터를 저장, 분산처리하기 위하여 저렴한 구축비용과 비용대비 빠른 데이터 처리를 위해 자바 기반의 오픈소스 프레임워크인 하둡(Hadoop)을 사용한다. 하둡은 데이터 복제본을 저장하기 때문에 데이터의 유실이나 장애가 발생 했을 경우 복구가 가능

하다는 장점이 있다. 하둡의 데이터 처리방식은 여러 대의 서버에 데이터를 저장하고 데이터가 저장된 각 서버에서 동시에 데이터를 처리하는 분산 컴퓨팅 시스템이다[6-8].

일반적으로 PHR(Personal health record)은 의료 서비스 제공자와 소비자 간에 파트너 관계를 형성해주는 결정적 도구로 인식되고 있으며, PHR 시스템의 활용을 통해 중복 처치나 진료과정이 감소, 또는 제거 될 수 있고, 사용자는 이 서비스를 활용해 자신의 건강관련 기록을 공유 할 수 있다. 최근 들어 국내 의료기관은 의료 전산화를 시행하면서 각 기관별로 다양한 의료정보 관리 시스템을 도입하고 PHR을 활용하고 있다[9-11]. 이렇게 도입된 PHR은 현재 빅데이터 분석의 발전과 고령화 사회에서 단순히 오래 사는 것이 아닌 건강하게 잘 살 수 있도록 개인 건강 로그파일을 수집하고, 수집된 로그파일을 분석해 건강한 삶을 유지할 수 있도록 개인 맞춤형 서비스 제공을 목표로 하는 WPHR 로 변화되고 이의 활용이 증가하고 있다[9].

III. 안드로이드 IDE 환경에서 웰니스를 위한 WPHR 서비스 환경

3.1. 시스템 구성도

본 논문의 시스템 전체 구성도를 그림 2와 같다. 제안 시스템은 크게 센싱 부분과 빅데이터 분석을 통한 WPHR 서버와 서버에서 전송한 결과 값을 서비스하는 단말기 부분과 모니터링 시스템으로 구성한다.

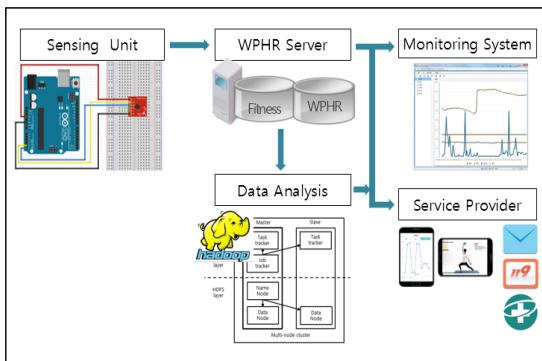


Fig. 2 System architecture

3.2. 데이터 센싱

본 논문에서는 아두이노에서 사용 가능한 가속도 센서를 활용해 고령자들의 이동성을 판단한다. 시스템을 사용하는 고령자들의 보행을 측정하기 위해 MPU6050 3축 가속도 센서를 이용해 데이터를 획득한다. 본 논문에서 사용된 가속도 센서는 x,y,z (3축) 방향으로 그림 3과 같이 동작하여 가속도를 측정할 수 있다. 측정값 자체는 각 속도이므로 적분하면 각도를 알 수 있고, 이때 적분 과정에서 오차가 발생한다.

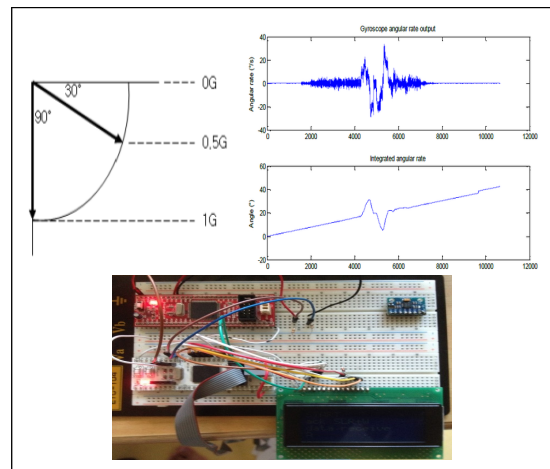


Fig. 3 Output value of 3-axis acceleration sensor

중력 가속도를 이용해 기울어진 각도와 각 방향의 가속도를 이용해 보행자의 움직임을 검출한다. 중력 가속도를 이용해 물체의 기울어진 각도는 지구 중력이 수직 방향일 때 그림 3과 같이 중력 가속도가 1G임을 알 수 있다. 이 센서는 기울기에 대해 2G에서 10G까지 측정할 수 있고, 최대 샘플링 주파수는 50Hz이다. 또한 동적(동작, 충격, 진동) 및 정적(중력) 가속을 모두 측정할 수 있는 특징이 있다.

3.3. 데이터 처리

제안 시스템에서는 보행자의 움직임을 파악하기 위해 센서에서 수집된 데이터를 아두이노 WiFi 모듈을 이용해 서버로 전송한다. 보행자의 움직임을 판단하기 위해 자이로 센서를 통해 x,y,z의 데이터를 획득하고, 센싱 데이터에서 잡음을 제거하기 위해 잡음제거 필터(low pass filter)를 통과시켜 보행수(W)를 획득하게 된

다. 자이로 센서를 이용해 획득한 값은 오차가 발생하기 때문에 본 논문에서는 오차를 최소화하기 위해 상보 필터(complementary filter)을 이용한다. 상보 필터는 고주파 영역에서 응답 특성이 좋은 자이로스코프와 저주파 영역에서 응답 특성이 좋은 가속도계의 측정 값을 더해 얻은 결과를 사용하게 되고 이는 (식 1)과 같이 정의된다.

$$\theta_k = (\theta_{k-1} + \theta \times dt) \times \alpha + \theta_{acc} \times (1 - \alpha) \quad (1)$$

식 1에서 θ 는 자이로 값, dt 는 시간의 변화량, α 는 임계값을 의미한다. 이렇게 아두이노에서 측정된 보행 정보를 raw data로 수집하고 수집된 데이터를 하둠에서 분석한다. 측정값에서 0.7 이하의 값은 0으로 처리하고 보행자의 보행 횟수를 측정한다. 보행자의 이동상태(걷기, 멈추기, 뛰기)를 측정하기 위해서는 센서의 pitch 데이터를 변화량으로 사용해야하기 때문에 본 논문에서는 pitch 데이터를 이용해 임계값을 설정했다.

3.4. 하둠 기반의 운동량 추출과 안드로이드 서비스

본 논문에서는 고령자의 웰니스 환경을 제공하기 위해 하둠 기반으로 보행 패턴을 저장한다. [12]에서와 같이 보행 패턴은 사람마다 고유의 특성값을 지니고 있고, 이 특성을 분석해 개인별 맞춤형 서비스를 제공한다. WPHR은 웰니스를 제공하기 위한 개인별 맞춤형 서비스 제공을 위해 본 논문에서는 개인별 맞춤형 운동 서비스를 제공한다. 제안 알고리즘은 고령자의 보행수를 측정하고 움직임을 파악해 데이터를 수집한다. 이렇게 수집된 개인별 운동량을 분석하고, 칼로리 소모를 기준으로 맞춤형 운동 서비스를 안드로이드 앱을 이용해 제공한다.

가속도 데이터에 대한 분석 알고리즘을 이용해 가만히 있기, 걷기, 뛰기와 같은 총 3가지 행동패턴으로 분리해 사용자의 보행수를 수집한다. 이렇게 수집된 raw data는 데이터는 하둠의 저장소인 HDFS에 저장하고, 필터링을 통해 추출된 특징 값들은 하이브에 저장한다. 그림 4는 데이터 처리 단계를 도식화한 것이다. 수집된 low 데이터를 HiveQL를 이용해 분석하고, 개인별 맞춤형 운동을 안드로이드 앱 기반의 푸쉬 서비스로 제공한다.

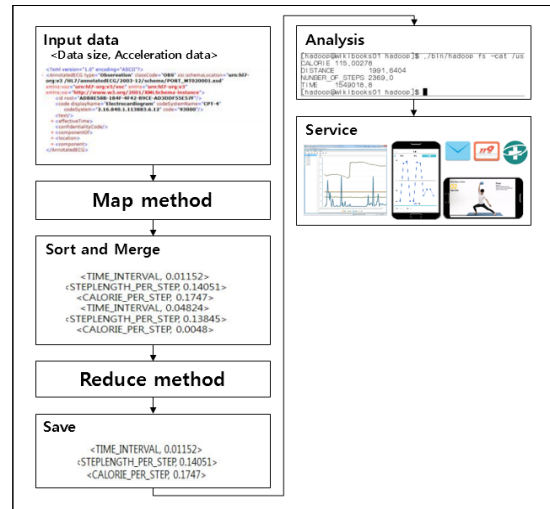


Fig. 4 Service of Exercise in Android

3.5. 안드로이드 환경에서 안전한 키 관리

제안 시스템은 안드로이드 어플리케이션에서 민감한 건강 정보를 포함할 수 있다. 따라서 안전한 데이터 저장 및 관리를 위해 안드로이드 앱 배포 시 디컴파일을 방지하고 안드로이드 디바이스와 서버에서 데이터 암호화를 수행한다. 그림 5는 안드로이드 기기에서 암호화에 사용하는 키 분배과정을 나타낸 것이다. 키 분배에 사용될 파라미터를 표 1과 같이 정의한다.

Table. 1 Notation

Notation	Explanation
PUK	Public key
PRK	Private key
$Rand$	The symmetric key between server and device
ID_{user}	Random Number
SN_{device}	Identification Number of user
SD	Identification Number of device
SK_{sd}	Secure memory area in USIM
	Session key of SD

그림 5와 같이 배포된 대칭키를 이용해 암호화하고 안드로이드로 패키징해 앱을 다운로드 할 수 있도록 제공한다. 다음은 다운로드 과정을 나타낸 것이다.

- ① 안드로이드 단말기에서 앱 다운로드 요청을 수

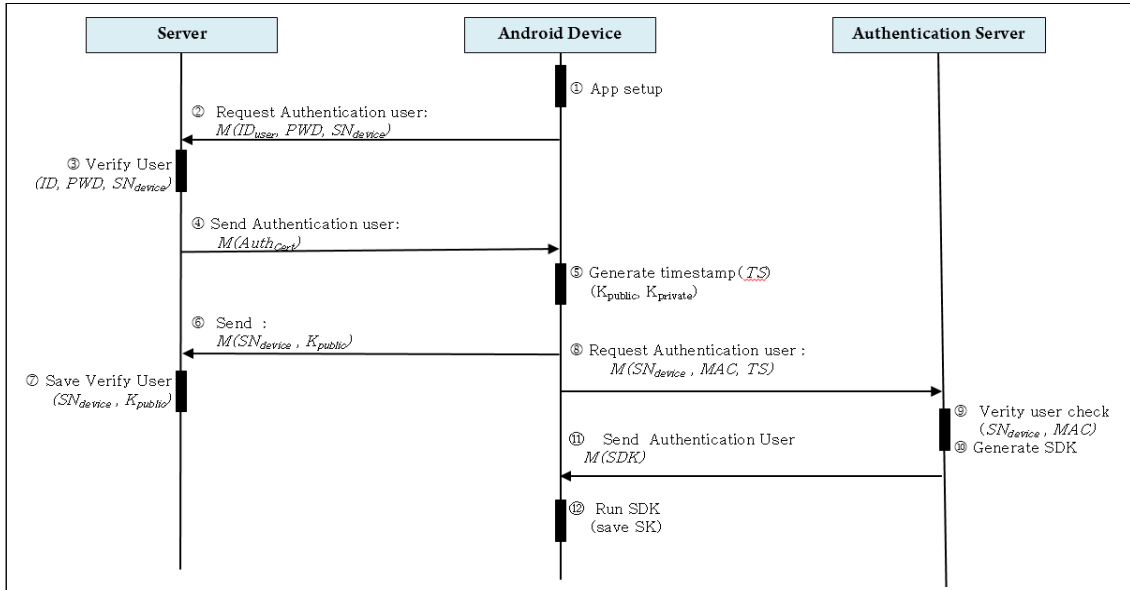


Fig. 5 Key distribution in proposed

행하면 서버는 공개키를 조회하고 SN_{device} , TS 를 전송해 재전송 공격을 방지한다.

Reqst SPK: $M(SN_{device}, TS)$

② 서버는 난수를 발생하고 대칭키를 해쉬 함수를 이용해 생성 후 안드로이드 단말기에 대칭키를 공개키로 암호화해 전송한다.

Generate RAND: $PRK = Hash(RAND)$
Send M: $E(M(SMK)_{PRK})$

③ 서버는 APK 파일에서 DEX 를 추출 후 헤더 부분에 SN_{device} 정보를 삽입하고 대칭키로 암호화해 파일로 재 패키징 한다.

Packagin APK: $APK(insert\ DEX)$
 $APK(E(DEX)_{PRK})$
Send Packaging APK

④ 안드로이드 기기는 인증서버에게 사용자 인증을 요청한다.

Reqst Authentication User
Send M: $M(SN_{device}, MAC, TS)$

⑤ 인증서버는 사용자 정보와 MAC 정보를 이용해 사용자 검증을 수행하고 검증이 확인되면 SK_{sd} 를 생성한 후 안드로이드 단말기로 전송한다.

Verify User: SN_{device}, MAC

Generate SK_{sd}
Send: $M(SK_{sd})$

⑥ 안드로이드 단말기에서 SK_{sd} 를 SD영역에 저장된 개인키를 이용해 암호화된 대칭키를 복호화 하고 서버와 단말기 사이의 대칭키로 DEX파일을 복호화 하여 APK 파일로 설치하게 된다.

IV. 실험 및 고찰

본 논문 실험에서는 성별, 연령, 보유 질환유무, 신체 정보, 질환별 운동처방 요법을 데이터베이스로 구축하고, 표 2의 환경에서 실험하였다.

실험에 참가한 실험자들은 고령으로 (60대 남성은 허리디스크로 오랜 시간 물리 치료등 병원에서 치료 중이며, 70대 여성은 골다공증과 고혈압 보유자이고 80대 남성은 특별한 질환을 가지고 있지 않음) 개인별 건강 정도가 다르다. 서로 다른 건강정보를 지닌 실험 참가자의 보행 정보를 센서로 입력받고, 입력 값을 기준으로 개인별 맞춤형 운동 서비스를 앱을 통해 푸쉬 한다. 이때 입력값에 따라 노이즈가 발생되어 센서 부착

Table. 2 Environment

Arduino	Arduino Uno R3
Adroid version	Android 7.0
RAM /VM heap	512MB / 32MB
sensor	MPU6050(gy-521 module)
MCU	atmega 128
Decompile tool	Apktool, Dexjar
Encryption	SEED 128bit
DEX file size	< 500KB
Server	DJango, mysql
Analysis	Hadoop 2node
Ages	Y60, Y70, Y80
Gender	Female =1, Male=2
Test term	7days

점을 실험하기 위해 손목과 발목에 부착 후 보행 정보를 수집한 결과, 부착 위치에 따라 보행 정보를 인식하는 정도가 달랐다. 보행정보의 구분은 총3가지로 걷고(walking), 서고(standing), 달리기(running)로 구분하고 그림 6은 아두이노 기반의 가속도 센서에서 수집된 보행 이동수를 나타낸 것이다.

제안논문에서 개인별 맞춤형 WPHR을 제공하기 위해 보행자의 이동 횟수(걸음수)를 분석하고, 보행자의 연령과 기본 건강 정보를 분석해 매일개인별 맞춤 운동

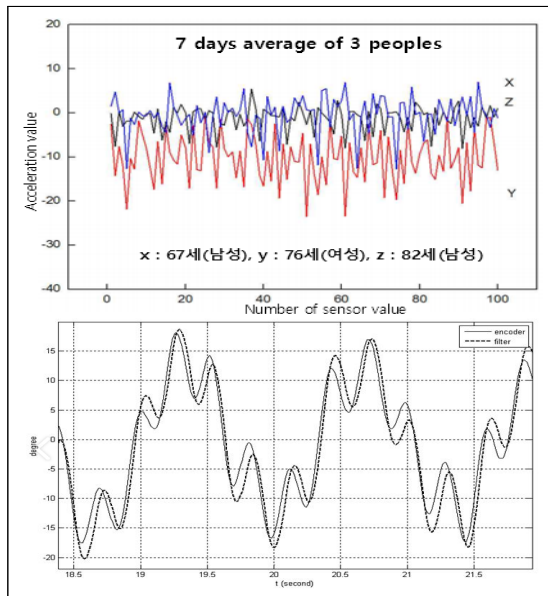


Fig. 6 Personalized thresholds result

추천 서비스를 안드로이드 앱 기반의 푸쉬 서비스를 제공한다. WPHR을 제공하기 위해 실험결과 고정된 임계값 범위를 사용하여 이동수를 검출할 경우 느리게 걷기, 빠르게 뛰기 등의 동작에서 발생하는 신호에 대해서 완전히 검출하기는 어려웠다. 따라서 특정 값을 추출하기 위해 본 논문에서는 임계값을 기본 사용자 정보를 이용해 갱신하고 이동수를 검출하였다. 임계값은 이전 데이터를 기반으로 W_{min} , W_{max} 피크 데이터를 이용해 보정해 사용했다. 그림 6은 본 논문에서 측정된 데이터와 임계값을 이용해 보정한 데이터의 차이를 보여준다. 표 3과 표 4는 센서의 부착부위와 임계값을 기준으로 필터링 된 평균 걸음수를 나타낸 것이다.

Table. 3 Results using fixed thresholds

Item	Test1(Hand)	Test2(Ankle)	Rate
walking	102	97	97.5%
running	98	94	96%
standing	104	92	88%

Table. 4 Results using Personalized thresholds

Item	Test1(hand)	Test2(Ankle)	Rate
walking	100	101	99.5%
running	100	100	98%
standing	96	97	96.5%

본 논문에서는 실험을 위해 3축 가속도 센서의 샘플링은 50Hz로 걷기, 뛰기, 정지의 3가지 상황을 모두 50보 걸음을 7일 동안 수집한 데이터로 실험하였다. 실험결과 센서의 부착은 손목보다는 발목에 사용하는 것이 센서 데이터의 정확도를 높여주었고, 고정 임계값보다는 개인 정보를 고려한 임계값을 사용하는 것이 보다 정확하게 측정됨을 보였다. 실험결과 개인의 질환에 따라 보행을 위한 움직임이 달랐다. 또한 고령자의 경우 손목의 움직임이 발목의 움직임보다 많이 발생되어 보행 수 측정에 오류를 범하는 경우가 많이 발생되었다.

그림 7은 암호화에 소요되는 오버헤드를 측정 한 결과로 그림과 같이 제안 논문은 안전성을 위해 DEX에 저장된 SK_{sd} 복호화 걸리는 평균 시간을 계산하였다. 실험결과 DEX파일을 로딩 시 평균 11.3085ms가 소요되었고, 각 데이터 암호화 시 평균 7.6720ms가 소요되

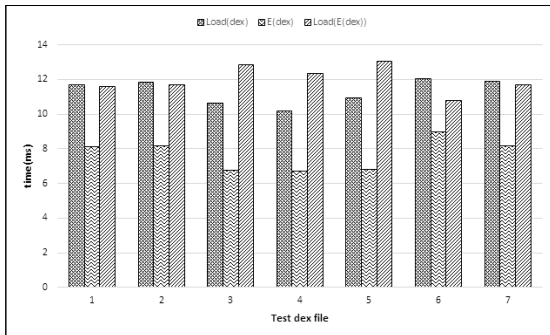


Fig. 7 Loading time of encryption

었다. 또한 암호화된 데이터를 로딩 하는데 평균 11.9306ms가 소요됨으로 암호화전의 DEX파일을 로딩 할 때 보다 암호화된 DEX를 로딩시 평균 0.55ms의 오버헤드로 전체 수행에 큰 영향을 주지 않으며 안전한 통신을 제공한다.

V. 결론

본 논문은 고령화 시대에 건강하게 지낼 수 있도록 지원하는 웰니스 환경을 제공하고자 WPHR을 기반으로 개인 맞춤형 건강서비스를 제안한다. 본 논문의 웰니스를 위한 WPHR 서비스는 고령자를 대상으로 건강 데이터를 수집하고 움직임이나 맞춤형 운동 정보를 안내하는 앱과 연동하여 고령자의 삶의 질을 향상하고자 질병의 예방적 차원을 위해 제안되었다. 이동성을 판단하기 위해 자이로센서를 이용해 걸음수를 획득하고 모니터링 할 수 있도록 제안되었다. 센싱의 정확도를 높이기 위해 착용부위별 걸음 수 센싱을 실험하였고 걸음수를 평가하기 위해 연령별 임계값을 보정하여 정확한 걸음수를 판단할 수 있었다. 제안 알고리즘은 올바른 데이터 중심 의사결정을 위해 근거 데이터의 신뢰성과 적시성이 핵심인데, 향후 WPHR을 기반으로 효과적인 빅데이터 분석을 통해 의사결정에 적합한 데이터를 확보할 수 있을 것이다. 또한 고령화 사회에서 고령자들의 삶의 질 향상을 위해 발전하고 있는 IoT기술을 기반으로 개인 맞춤형 데이터를 수집하고 수집된 데이터를 이용해 다양한 분석에 활용되어 단순한 생명 연장이 아닌 건강한 삶을 유지하며 핵가족화로 인해 독거노인의

수가 급증하는 가운데 독거노인의 안전한 모니터링 서비스에 활용하는 웰니스 산업에 유용하게 활용될 수 있을 것이다.

ACKNOWLEDGEMENTS

This work was supported by the intramural research grant of Chungbuk National University in 2015

REFERENCES

- [1] H. J. Kang, "National-Level Use of Health Care Big Data and Its Policy Implications", *Journal of Health and welfare policy forum*, vol.2384, no.6, pp. 55-71, Aug.2016.
- [2] Y.Huh, J. H. Do and H. J. Kim, "Smart Healthcare Technology Trends and Industry Outlook," Korea Evaluation Institute of Industrial Technology, PD Issue Report, vol. 15-4, 2015.
- [3] Y. S. Kim and I. K. Kim, "Software Engineering : PHR Profiling System Based on FHIR," *Journal of Korea Information processing society*, vol. 4, no. 7, pp 277-282, April 2015.
- [4] Y. H. Han, "A Study on Monitoring of Bio-Signal for u-Health System", *Journal of the Korea Society of Computer and Information*, vol. 16, no.3, pp. 9-15, Mar. 2011.
- [5] Y. C.Lee, and C. W. Lee, "Android Platform based Gesture Recognition using Smart Phone Sensor Data," *Journal of the Smart Media*, vol.1, no. 4, pp. 18-26, Dec. 2012.
- [6] Y. B. Cho, S.H. Woo and S. H. Lee, "The Big Data Analysis and Medical Quality Management for Wellness," *Journal of The Korea Society of Computer and Information*, vol. 19, no. 12, pp. 101-109, Dec. 2014.
- [7] K. Greyson, M. Mburuma, "Formulation Process of Knowledge for on Expert Healthcare System Unit," in *Proceeding of the 2013 AASRI Conference on Intelligent Systems and Control*, Vancouver, CA, pp. 190-195, 2013.
- [8] S. K. Udupa, S. K.Debray, and M. Madou, "Deobfuscation: Reverse engineering obfuscated code," In *Proceedings of the 12th Working Conference on Reverse Engineering*, Washington DC,USA, pp. 10-54, 2005.

- [9] Y. B. Cho, S.H. Woo, S. H. Lee and C.S Han, "Genetic lesion matching algorithm using medical image," *Journal of the Korea Institute of Information and Communication Engineering*, vol.21, no.4, pp. 960-966, May 2017.
- [10] S. Janet, K. Christan, A.Sven, P. Chris, B. Anja, L. Thomas, S.Gunter and B. Andre, "Understanding understanding source code with functional magnetic resonance imaging," *In Proceedings of the 36th International Conference on Software Engineering*, Hyderabad, India, pp. 378-389, 2014.
- [11] S. E. Crouter, J. R. Churilla, and R. B. David, "Estimating energy expenditure using accelerometers," *Journal of European journal of applied physiology*, vol.98. no.6 pp. 601-612, Dec. 2006.
- [12] G. Kim. and N. M. Yoon., "A Study on Kinetic Gait Analysis of the Normal Adult," *Journal of Korean Society of Physical Therapy*, vol.21. no.2 pp. 87-95, May 2009.



조영복(Young-Bok Cho)

2005: 충북대학교 전자계산학과 공학석사,
2012: 충북대학교 전자계산학과 공학박사
2016: 충북대학교 의학과 박사과정수료
현 재: 충북대학교 초빙교수
※ 관심분야: 의료영상처리, 정보보안, 의료정보보호
Email : bogicho@cbnu.ac.kr



우성희(Sung-Hee Woo)

1993: 충북대학교 전자계산학과 이학석사,
1999: 충북대학교 전자계산학과 이학박사
현 재: 한국교통대학교 의료정보공학과 교수
※ 관심분야: 침입차단 및 방지, 의료정보보호, 정보보안, 컴퓨터네트워크
Email : shwoo@ut.ac.kr



이상호(Sang-Ho Lee)

1989: 숭실대학교 전자계산학과 공학박사,
현 재: 충북대학교 소프트웨어학과 교수
※ 관심분야: 컴퓨터네트워크, 정보보호, 데이터통신
Email : shlee@cbnu.ac.kr