

**Development of a Physical Training Management Module
Using Smart Devices**

신기수* · 정하민** · 권순재*** · 이세한**** · 김동훈**†

Ki-Su Shin, Hahmin Jung, Soon-Jae Kwon, Se-Han Lee and Dong Hun Kim[†]

* (주)에니토이, **경남대학교 전기공학과, ***부경대학교 기계자동차공학과,

****경남대학교 기계자동차공학부

*Anytoy, ***Mechanical Automation Engineering, Pukyong National University,

****Division of Mechanical and Automation Engineering, Kyungnam University

**† Department of Electrical Engineering, Kyungnam University

요 약

본 논문은 운동기구에 장착할 수 있는 와이파이 모듈을 이용하여 운동시 운동량에 대한 데이터를 스마트기기에 전송할 수 있는 관리 모듈을 개발한다. 본 연구에서는 스틱(Stick)형 운동기구를 대상으로 운동기구에서 측정되는 운동량을 센서에서 측정한 후 무선통신을 통해 스마트 기기에 데이터를 보낸다. 스마트 기기에서는 사람별로 분류화된 데이터 목록에 운동량 데이터를 저장하여 추후 사용자에게 과거에 운동한 기록들을 보게 해준다. 제작된 앱(App)은 안드로이드와 iOS에서 모두 동작할 수 있도록 제작되었으며, 성능평가의 결과로서 내환경 시험 및 전자파 인증 시험을 외부전문기관의 웹버내에서 진행하여 성능을 만족함을 확인하였다. 개발된 운동량관리 모듈은 다양한 형태의 운동기구에 적용 가능하여 추후 많은 확장성을 갖는다.

키워드 : 운동 관리 모듈, 스마트 기기, 안드로이드, iOS

Abstract

In the paper, we propose a method for developing a physical training management module which sends physical data to smart devices using an wireless module attached to physical appliances. In the proposed stick-type physical appliance, the physical amount of data measured from sensors inside the appliance is sent to a smart device via wireless communication. And then the smart device records the physical amount of data categorized in person-based data and shows useful information about the user's physical training on the dedicated display. For the performance evaluation, indoor environment and electro magnetic wave tests are taken from national specialized organizations, and their results was very efficient. The proposed physical training management module is highly extensible since it is easily applicable to other physical appliances and useful to both Android and iOS platforms.

Key Words : Physical Management Module, Smart Device, Android, iOS

Received: Dec. 1, 2014
Revised : Oct. 22, 2015
Accepted: Oct. 26, 2015
† Corresponding author
dhkim@kyungnam.ac.kr

본 논문은 2013년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업임(2013R1A1A2005206).
본 논문에 사용된 제품은 중소기업청 창업성장기술개발사업 지원을 받아 개발되었음.

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.

1. 서 론

현재 국내에서 판매되는 운동기구들은 단순 운동용품 혹은 전자부품이 결합되어, 운동기구에 장착된 LCD등을 통해 내용 인식이 가능한 제품이다. 운동량이 표시되는 등의 제품들은 대다수 가격적인 측면에서 고가의 제품으로서 단순한 운동기구등에는 적용이 불가능하다. 본 연구에서 제안하는 스마트기기를 이용한 운동량관리모듈은 기존 운동기구에 추가적인 장착을 통하여 적용 가능하며 전문적인 운동기구의 개발을 병행하지 않아도 사용이 가능하다.

제안된 연구와 유사한 연구로서 스마트기기를 활용한 연구가 있다. 스마트기기는 관광객의 정보와 이동반경을 이용하여 예상 운동량을 보여주고 실제 이동거리, 고도, 맥박,

체온등의 정보를 저장 관리한다[1][2]. 사용자의 거리 측정은 스마트기기의 GPS정보를 이용한다[3]. 사용자의 운동량을 측정하는 연구는 센서 네트워크를 기반으로 더 발전 되었다[4]. 이러한 연구는 사용자의 운동량을 서버나 스마트기기에 저장 함으로서 이루어진다. 그리고 개발된 스마트 기기 앱은 저장된 데이터를 활용하여 사용자의 보행속력을 추정하여 보폭을 계산 후사용자의 운동에 활용하거나[5] 노인들의 만성 질환을 관리하는 시스템 구현에 활용된다[6]. 현재는 사물인터넷을 기반으로 많은 스마트 헬스케어 용품들이 개발되고 있다[13]. 그림 1의 전자저울은 기존의 연구들을 바탕으로 상품화 한 좋은 사례이다. 전자저울에서 측정된 몸무게는 스마트 기기로 전송되고 저장 및 관리된다.



그림 1. 아이폰 웨이트 로스 트래킹 저울
Fig. 1. iPhone Weight Loss Tracking Scale

기존의 연구들을 동기로 본 연구에서 제안된 방향은 다음과 같다. 1) 센서와 스마트기기와의 통신 방법: Wi-Fi/Bluetooth를 활용 2)스마트 기기에서의 데이터베이스 구축 3) 구체적인 활용 방법: 칼로리 소모 예상 및 측정, 적절한 운동 방법 제시.

제안된 연구는 기능상으로 그림 1의 전자저울과 유사성이 있으나 움직이는 사물을 대상으로 하고 있다. 기 출시된 제품의 경우 모두 전용 제품에서만 사용이 가능하지만, 본 논문에서 제시하는 제품의 경우 제품 내부에 설계되어 포함된 것이 아니라 모듈 단위이기 때문에 어떠한 대상에도 외부에서 장착하여 사용할 수 있다. 이것은 운동기기가 신규 개발되어 변경되어도 외부에 장착함으로써 폭넓게 사용될 수 있는 확장성과 응용성을 갖는다. 제안된 운동량 관리 모듈은 그림2와 같이 운동기구의 외부에 부착되고 운동량 데이터는 통신 모듈을 거쳐 서버에 저장하지 않고 스마트폰에 표시되며 스마트 기기를 통해 운동량이 분석된다.

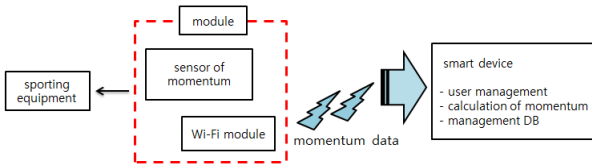


그림 2. 운동량 관리를 위한 모듈 적용 개념도
Fig. 2. Wi-Fi module system structure For Physical management

2. 하드웨어 개발

그림 3은 제안된 운동량 관리 모듈을 보여준다. 제작된 모듈은 운동기구의 외부에 부착가능하게 기구부와 통신을 위한 Wi-Fi 내장안테나 그리고 센서부로 구성 된다.

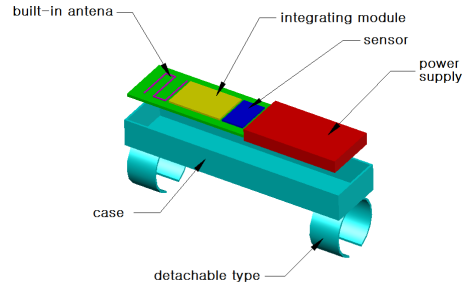


그림 3. 개발 모듈 구성
Fig. 3. Configuration of development module

2.1 통신(Wi-Fi/Bluetooth)을 위한 통신모듈

스마트 운동 관리 모듈의 PCB 개념도는 그림 4와 같다. PCB는 크게 스마트기기와 통신을 할 수 있는 Wi-Fi 모듈과 배터리와 연결할 수 있는 전원, 그리고 모터를 동작하기 위한 MCU(혹은 컨버터)로 이루어진다.

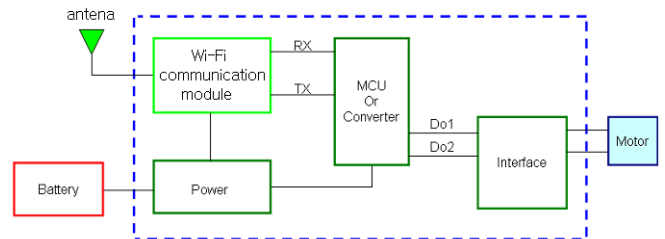


그림 4. 통신 모듈 블록선도
Fig. 4. Wi-Fi Module Block diagram

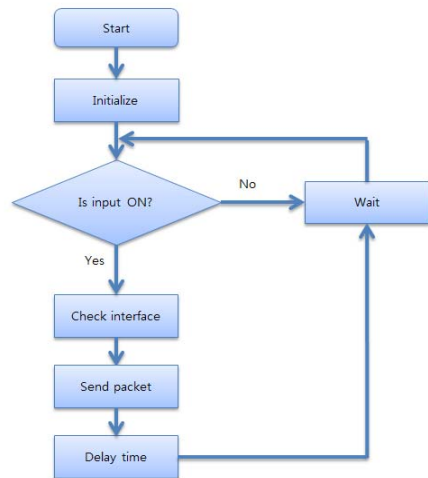


그림 5. 센서부의 흐름도
Fig. 5. Flowchart of sensing part

2.2 센서신호에 따른 패킷 Data 구성

개발 모듈의 가격 경쟁력을 위해 모듈은 단순한 방식의 기울기 센서를 사용한다. 사용된 센서에는 작은 구슬이 들어 있고 모듈의 기울어짐에 따라 구슬이 내부에서 움직이면서 스위치가 온(ON)/오프(OFF) 된다.

패킷 전송을 위한 센서부의 흐름도는 그림 5와 같다. 기구부의 전원이 인가되면 센서 신호를 입력 받는 포트와 외부 통신 인터페이스를 초기화 한다. 센서신호가 입력되면 외부 통신기에서 데이터를 받을 수 있는 프로토콜에 맞추어 패킷을 생성하고 패킷을 전송한다.

센서의 오동작이나 원하지 않는 입력을 막기 위해 일정 시간 지연을 둔 후 대기 상태로 있으며 다음 입력신호가 발생하면 반복을 하는 방법으로 데이터를 취득한다. 취득한 데이터는 스마트기기로 전송되어 운동량에 대한 결과를 사용자에게 제공한다.

그림 6은 스마트폰으로 전송된 데이터의 결과를 보여주고 있다. 그림 6에서 "17"은 운동 기구의 카운트 횟수이고 "#111"은 센서의 ID번호이다.

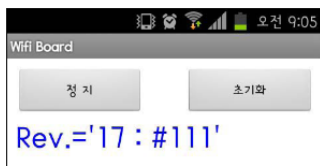


그림 6. 스마트폰으로 전송된 데이터

Fig. 6. Transferred data from physical management module

3. 소프트웨어 개발

스마트 기기를 통하여 운동량 데이터를 받고 사용하기 위한 가장 중요한 부분이 앱 소프트웨어이다. 본 연구에서 개발하고자 하는 UI의 경우에는 운동방법에 대한 동영상과 더불어 동영상과 일치(matching) 되는 운동량 데이터를 열량으로 전환하여 표시함으로써, 사용자가 간단히 운동량 관리가 가능하다.

안드로이드와 iOS 기반의 스마트기기를 이용한 운동량 관리 모듈 제어 앱은 아이폰 앱의 통신 패킷과 인터페이스를 기반으로 개발된다. 다시 말해 iOS 운영체제의 스마트기기는 외부와 인터페이스 하는 영역이 안드로이드 기기에 비해 제한되어 있으므로 제작되는 모듈이 iOS와 안드로이드 기기에서 다 운용될 수 있도록 Wi-Fi통신을 사용한다. 따라서 개발되는 운동량 관리 모듈은 Wi-Fi통신을 기본으로 제작 된다.

3.1 가속도 센서 제어

소켓 통신은 Ansi-C에 있는 소켓(리눅스 소켓)과 Objectiv-C의 CFSocket을 사용한다. CFSocket은 객체 지향적인 성격과 잘 맞아서 iOS의 GUI 환경 변수의 캡처 및 표시를 쉽게 설정하는데 도움을 준다. 그리고 Ansi-C의 소켓통신

은 리눅스 기반 프로그램들과 호환이 쉽다.

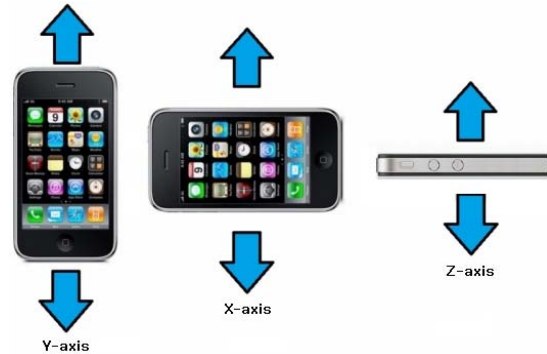


그림 7. 아이폰의 가속도 측정

Fig. 7. Acceleration measurement of iPhone

스마트기기의 가속도 센서값은 변화가 심하여 운동센서로 사용하는 것이 힘들다기. 따라서 디지털 저역 통과 필터를 이용하여 변화를 줄인다. 가속도 센서는 중력이 작용하는 범위 안에서 측정된 가속도 값을 제공한다. 만약 가속도 센서의 반환 값이 1.0이면 특정한 방향으로 1g(gravity)의 힘이 작용하고 있음을 나타낸다. 예를 들어 아이폰의 경우를 생각하면 그림 7처럼 아이폰의 가속도는 측정 될 수 있다. 그림 7은 아이폰이 놓여진 방향에 따라 가속도 센서가 측정되는 방향을 보여준다. 아이폰이 세로 방향으로 세워져 있다면 가속도 센서는 y축 방향으로 1g의 힘이 작용하는 중이며 -1 또는 1의 값을 측정 할 수 있다. 아이폰이 비스듬한 모양으로 정지해 있다면 아이폰의 기울기에 따라 1g의 힘은 분산되어 작용하고 측정 값 또한 분산되었기 때문에 1보다 적은 값을 얻게 된다. 만약 아이폰을 흔들게 된다면 센서값은 1g보다 더 크게 값이 측정될 것이다. x축 가속도 값에 대한 변화는 갑자기 크게 일어 날 수 있기 때문에 앱에 사용하기에는 부적합하다. 이를 간단하게 디지털 저역통과 필터를 사용하여 오차와 값의 변화를 줄였다. 디지털 저역통과 필터는 다음식과 같이 구성된다[8].

$$\tilde{A} = \alpha A + (1 - \alpha)\tilde{A} \tag{1}$$

여기서 \tilde{A} 는 추정된 가속도 센서 값이고 $\tilde{A} = [\tilde{x}_a, \tilde{y}_a, \tilde{z}_a]$ 이다. A의 값을 그대로 사용하기에는 무리가 있기 때문에 \tilde{A} 라는 변수에 수정된 내용의 값을 정의한다. 그리고 A는 측정된 가속도 센서 값이고 $A = [x_a, y_a, z_a]$ 이다. α 는 가중치 상수이고 $\alpha = s_t / (t_c + s_t)$ 이다. 여기서 s_t 는 샘플링 타임이고 t_c 는 시상수이다. 본 과제에서 디지털 필터를 사용하기 위한 파라미터 값으로 s_t 는 0.01이고 t_c 는 0.2로 설정하였다. 아이폰에서 필터를 사용하지 않았을 경우와 사용한 경우에 대하여 저자들은 x축 가속도 값에 대한 분포를 논문 [9]에서 연구하였고, 이러한 결과들을 앱을 제작할 때 사용 하였다.

3.2 데이터 저장

데이터베이스 시스템은 스마트기기에 내장된 SQLite[10]를 사용한다. 일반적으로 사용되는 MySQL 데이터베이스의 미니 버전이다. 데이터 타입이나 쿼리 명령 등에서 제약이 있지만, 개발되는 앱의 작업에는 문제가 없다. SQLite 데이터베이스 작업은 터미널에서 한다.

3.3 운동량 그래프

앱의 그래프는 사용자에게 저장된 운동량을 한눈에 보여주기 편리하다. 따라서 1일부터 오늘까지 운동된 운동량을 다음 수식으로 표시한다.

$$P = G_h - \frac{DG_b}{G_m} \quad (2)$$

여기서 P 는 운동의 점 위치이고 G_h 는 뷰에서 그래프 높이, D 는 일자이고 1일에서 31일의 운동량을 저장하기 위해 사용된다. 그리고 G_b 는 픽셀간격, G_m 은 가장큰 운동량이다. 식 (2)에서 그래프 높이에서 빼는 이유는 최대값이 항상 그래프의 상단에 위치하도록 만들기 위해서이다. 따라서 운동을 한번도 하지 않고 그래프를 본다면 최대값이 0이 되어 식 (2)의 값이 무한대로 가고 앱이 정지된다. 이를 해결하기 위해 최대값의 초기값은 0.001로 설정 하였다.

3.4 앱 디자인

그림 8은 개발된 앱의 흐름도 이다. 앱은 “운동1”, “운동2”, “기본정보”, “기록보기”로 구성된다. 이 흐름도를 바탕으로 제작된 스마트기기 앱의 디자인은 그림 9, 10, 11과 같다. 스마트기기의 앱은 두가지 종류로 디자인 되었다. 운동량 관리 모듈과 통신이 되고 측정한 데이터를 사용하는 앱과

기기를 직접 운동 기구에 부착하여 사용하는 앱이다. 그림 10에서 앱의 크기를 화면보다 작게 디자인하는 이유는 기기의 화면 크기에 따라서 달라지는 디자인을 적용하기 위함이다. 만약 스마트기기의 화면 크기가 크다면 현재 크기의 앱에서 더 크게 확장된다. 그림 11의 앱은 운동기구에 부착되기 때문에 기본적으로 가로 모드로 되어있다. 개발된 앱은 앱 스토어에 등록되어 있다[11].

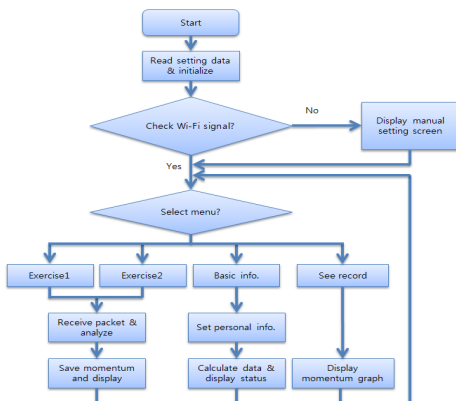
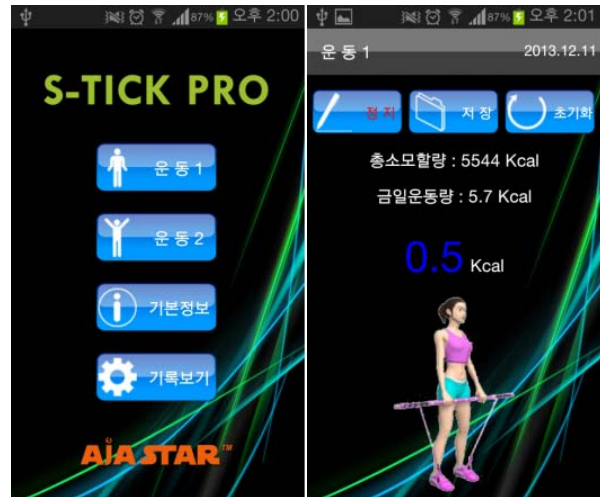


그림 8. 운동량 측정 앱 흐름도

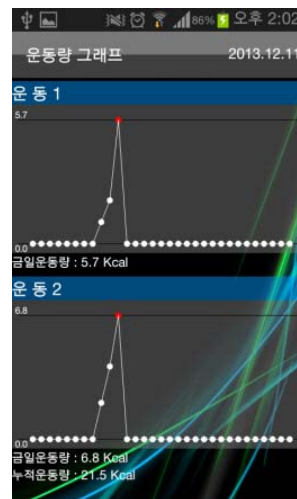
Fig. 8. Flowchart of physical management app



(a) 메인 화면 (b) 운동1 선택화면



(c) 운동2 선택화면 (d) 기본정보 화면



(e) 운동량 그래프 화면

그림 9. 운동량 앱 화면 디자인

Fig. 9. Design of physical management app

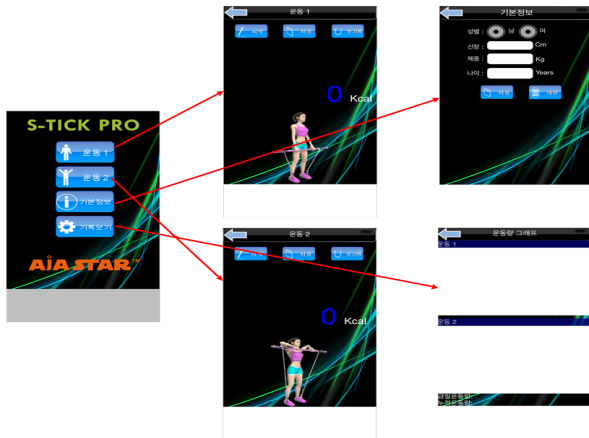


그림 10. 센서 모듈과 통신하여 사용자의 운동량을 확인하는 앱의 레이아웃

Fig. 10. Layout of iOS app by communicating with the sensor module

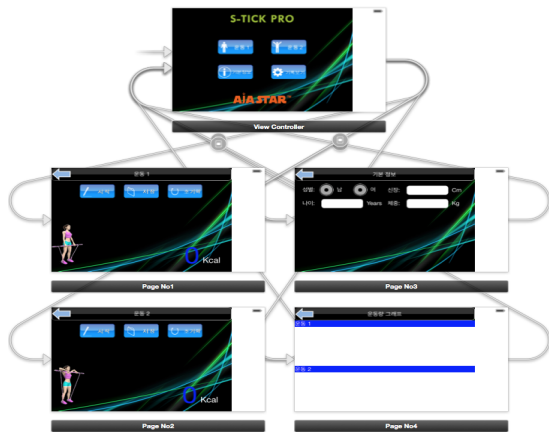


그림 11. 스마트기기에 탑재된 가속도 센서모듈을 이용하여 사용자의 운동량을 확인하는 앱의 레이아웃

Fig. 11. Layout of smart device app by using the acceleration sensor module mounted on iOS devices

표 1. 제안된 모듈의 인증기관 평가표

Table 1. Evaluation table of the proposed physical management module

Main performance index	Unit	Result	Objective standard	
			no. of times (n≥5개)	Environment test standard
1. electromagnetic waves	dBμV	37,6	5	KN-22
2. operating time	hr	2	5	Kyungnam Technopark[12]
3. module weight	g	90,41	5	Kyungnam Technopark[12]
4. indoor long-term test for high temperature(summer)	°C, Hr	30, 1	5	Kyungnam Technopark[12]
5. outdoor long-term test for low temperature(winter)	°C, Hr	-10, 1	5	Kyungnam Technopark[12]
6. indoor test for high temperature(summer)	°C	30	5	Kyungnam Technopark[12]
7. outdoor test for low temperature(winter)	°C	-10	5	Kyungnam Technopark[12]

4. 성능평가

제안된 스마트기기 운동량 관리 모듈은 전자과시험 성능, 연속동작시간 성능, 완성모듈무게 성능, 내환경 시험 성능에 대해서 공인된 인증기관에서 표 1과 같은 평가를 받았다. 그림 12는 챔버안에서 실시한 제품 내환경 시험 테스트를 보여주고, 그림 13은 제품 전자과 테스트를 보여준다. 또한, 제안된 스마트기기 운동량 관리 모듈을 공인 기관에서 실제 운동기구에 부착한 후 공압을 이용하여 연속동작 시간 테스트를 완료하였으며 약 120분 정도 사용가능함을 확인하였다. 성능평가에 대한 결과로서, 제안된 스마트기기 운동량 관리 모듈은 하드웨어의 사용 성능에 해당하는 전자과, 연속동작시간, 환경시험에서도 우수한 결과를 보여주었다.



그림 12. 제품 내환경 테스트

Fig. 12. Environmental test

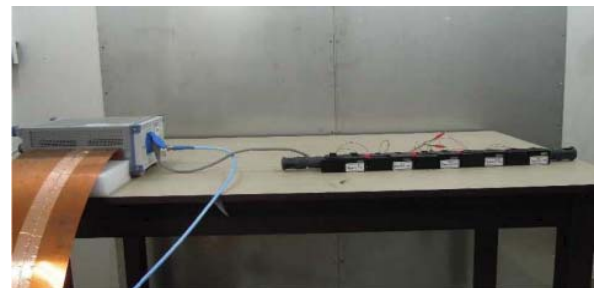


그림 13. 제품 전자파 테스트

Fig. 13. Electromagnetic wave test

5. 결론

본 연구에서는 스마트폰을 사용하여 운동량을 관리하는 모듈을 개발하였다. 본 연구에서는 운동량관리를 위하여 CPU 보드와 통합된 센서 모듈을 개발하였고 그 모듈과 통신이 되는 iOS 앱과 안드로이드 앱을 각각 개발하였다. 운동량 검출 센서와 와이파이 무선통신을 사용하여 사용자가 동작시키는 운동기구에 대하여 스마트 기기에서 동작할 때에만 데이터를 수신하고 기록하여 효과적으로 운동량을 관리할 수 있었다. 성능평가의 결과로서 내환경 시험 및 전자과 인증 시험을 외부전문기관의 챔버내에서 진행하여 성능을 만족함을 확인하였다. 또한, 개발된 스마트기기를 이용한 관리 모듈은 센서

모듈을 바탕으로 하는 다른 산업에서도 적용 가능하므로 개발된 앱의 사용 범위는 매우 넓어진다.

References

- [1] S. Hong, K. Moon, H. Kim, and S. Park, "Design of Health-Tour Service System using Measure Momentum," *Proceedings of the Korean Institute of Information and Commucation Sciences Conference*, 2008.
- [2] S. Oh, "Design of a Smart Application Using Ad-Hoc Sensor Networks based on Bluetooth," *The Journal of The Institute of Internet, Broadcasting and Communication*, vol. 13, no. 6, pp. 243-248, 2013.
- [3] Z. Wu, Y. Li, and H. Bae, "(The)design and implementation of the real-time data stream server for continuity of care record," *Journal of The Korea Society of Computer and Information*, vol. 16, no. 12, pp. 71-81, 2011.
- [4] D. Choi, H. Song, and S. Kim, "The Development of u-Momentum Measurement System," *Journal of Korea Entertainment Industry Association*, vol. 3, no. 2, pp. 29-33, 2009.
- [5] B. Lee, "Adaptation of Customized Measurement of Stride Length in Smart Device," *Journal of The Korea Contents Association*, vol. 13, no. 4, pp. 35-43, 2013.
- [6] G. Kim and J. Han, "Chronic Disease Management using Smart Mobile Device," *Journal of digital convergence*, vol. 12, no. 4, pp. 335-342, 2014.
- [7] S. Nam, J. Kim, S. Heo, and I. Kim, "Smartphone Accelerometer-Based Gesture Recognition and its Robotic Application," *KIPS transactions on software and data engineering*, vol. 2, no. 6, pp. 395-402, 2013.
- [8] http://en.wikipedia.org/wiki/Low-pass_filter
- [9] H. Jung and D. H. Kim, "Control of a Mobile Robot Based on a Tangible Interface using iPhone," *Journal of Korean Institute of Intelligent Systems*, vol. 21, no.3, pp. 335-340, 2011.
- [10] <http://www.sqlite.org>
- [11] <http://itunes.apple.com/kr/app/s-tick-pro/id85291834?mt=8>
- [12] (C)Anytoy, Final Report of Start-up Growth Technology Development Project by the Small and Medium Business Administration, Development of a physical training management module using smart devices, 2014.
- [13] Impact Publisher, Market prospect & development trend of IoT based smart health care, 2015.

저 자 소 개



신기수(Gi-Su Shin)

1998년 : 부경대학교 기계공학부 공학사
 2000년 : 부경대학교 매카트로닉스 공학석사
 2011년 : 부경대학교 지능기계파트 공학박사
 2000년~2003년 : (주)센추리 기술연구소 주
 임연구원
 2003년~2012년 : (주)로봇밸리 부설연구소
 연구소장

2012년~현재 : (주)에니토이 대표이사

관심분야 : Intelligent Robot, Embadded system, Motor control

Phone : +82-55-231-7406

E-mail : shings75@naver.com



정하민(Hahmin Jung)

2009년 : 경남대학교 전기전자 공학부 졸업
 2009년~현재 : 경남대학교 대학원 첨단공
 학과 박사 과정

관심분야 : 스웩 시스템, 지능제어&로봇, 행동제어 알고리즘

Phone : +82-55-232-5166

E-mail : hmjung@shki.co.kr



권순재(Soon-Jae Kwon)

1982년 : 부산대학교 전기공학과 공학석사
 1996년 : 부산대학교 전기공학과 공학박사
 1982년~현재 : 부경대학교 기계자동차공학과
 교수

관심분야 : Inverter, Converter, Electro magnetic Energy Conversion

Phone : +82-51-629-6256

E-mail : sjkwon@pknu.ac.kr



이세한(Se-Han Lee)

1989년 : 고려대 기계공학과 졸업
 1991년 : 고려대 대학원 기계공학(공학석사)
 2002년 : 고려대 대학원 기계공학(공학박사)
 2004년~현재 : 경남대학교 기계공학부

관심분야 : 강인제어, 자동화로봇, 메카트로닉스

Phone : +82-55-249-2149

E-mail : leesehan@kyungnam.ac.kr



김동헌(Dong Hun Kim)

2001년 : 한양대학교 전기공학과(공학박사)

2001년~2003년 : 미국 듀크 대학교 연구원

2003년~2004년 : 미국 보스턴 대학교 연구원

2004년~2005년 : 일본 동경대학교 박사 후
과정

2012년~2013년 : 영국 에식스대학교 방문교수

2005년~현재 : 경남대학교 전기공학과 교수

관심분야 : 스웩 시스템, 이동로봇 경로계획, 지능 로봇 제
어, 비선형 적응제어

Phone : +82-55-249-2629

Fax : +82-55-249-2839

E-mail : dhkim@kyungnam.ac.kr