

모션센서 및 GPS를 활용하는 고령 사용자 안전을 위한 스마트 지팡이 개발

김태희¹, 노철우^{2*}, 윤장원³

¹영산대학교 게임영화학부, ²신라대학교 컴퓨터공학과, ³(주)아이온

Development of Smart Stick Using Motion Sensing and GPS for Elderly Users' Safety

Taehee Kim¹, Cheulwoo Ro^{2*}, Jangwon Yoon³

¹School of Games and Movies, Youngsan University

²Department of Computer Engineering, Silla University

³ION, Inc., Korea

요약 본 논문은 주로 실버층을 위한 보행보조 역할을 하는 지팡이에 모션센싱 및 심박센싱, 데이터 처리 그리고 통신 기능을 탑재한 스마트 지팡이 개발을 기술한다. 지팡이는 사용자의 스마트폰과 통신하며, 모션센서를 활용하여 낙상이 발생하면 경보를 발생시킨다. 스마트폰은 클라우드와 연결되어 미리 지정된 보호자에게 낙상경보가 전파될 수 있도록 하였다. 또한 시간과 공간의 제약에서 벗어나 고령자에게 스마트 헬스케어 기능을 제공하며 사용자들에 대한 다양한 정보를 제공할 수도 있는 하나의 건강 플랫폼이기도 하다. 지팡이에 장착되는 심박센서와 모션센서는 사용자의 심박정보와 움직임 정보를 제공하여 다양한 부가기능을 가능하게 한다. 본 스마트지팡이는 기본적으로 보행보조 역할을 충실히 하며, IT기술과 접목되어 고령자를 돕는 IT융합 보행보조용 스마트지팡이라 하겠다.

• 주제어 : 스마트 지팡이, 블루투스 스마트, 모션센서, 심박센서, 낙상

Abstract This paper describes the development of smart sticks as walking assistance for elderly people that incorporate motion sensing, hear-beat sensing, data processing, and communication functions. Our sticks communicate with users' smart phones and upon a detection of falling-off, an alarm is generated and propagated to multiple guardians registered in advance. In addition, the sticks provide smart healthcare functionalities for elderly people thus suggest an health platform that is empowered by various health-related informations. The heartbeat sensors and motion sensors mounted on the sticks enable various additional functions. Our smart sticks are designed to function as stable walking assistance as well as to support elderly people by providing useful services in the convergence with information technologies.

• Key Words : smart stick, bluetooth smart, motion sensor, heartbeat, falling

*Corresponding Author : 노철우(cwro@silla.ac.kr)

Received June 20, 2016

Revised June 23, 2016

Accepted July 22, 2016

Published August 31, 2016

1. 서론

거동이 불편한 고령의 사용자 등을 위한 지팡이는 널리 활용되고 있다. 지금까지의 대부분의 지팡이는 어떠한 전자정보적인 부가 기능 없이 순수하게 지팡이의 역할만을 수행하는 아날로그적 물품이었다면, 발전하는 사물인터넷 기술을 활용하여 지팡이에 센싱, 정보처리능력, 그리고 통신능력을 부여하여 지팡이의 용도를 혁신적으로 개선할 수 있도록 하고자 하는 것이 본 개발의 동기이다.

본 개발에서는 먼저 지팡이에 대하여 가속도센서, 자이로센서 각각이 3개 축을 구성하고 있는 6축 모션센서를 중점적으로 활용하여 지팡이의 모션을 감지하게 하였다. 이 선택은 상당히 효과적이어서, 사용자가 넘어지는 경우(낙상) 지팡이도 함께 넘어지는 것으로 보아, 모션센서를 활용하여 지팡이와 더불어 사용자의 낙상을 감지할 수 있었고, 걸음 수를 세는 만보계 기능을 구현할 수 있었다. 지팡이가 넘어지면 이를 감지한 지팡이가 사용자의 스마트폰에 장착된 블루투스 스마트 통신을 통하여 낙상 발생을 신호하고, 스마트폰은 미리 연결된 보호자에게 비상신호를 통보하도록 하는 것이 가능하였다. 나아가서, 이후의 개발에서는 심전도 센서를 탑재하여 사용자의 건강을 체크하게 하고, 또한 스마트폰 어플리케이션 제작을 통하여 건강 모니터링 기능 및 건강을 위한 게임기능 등을 추가하였다. 본 논문에서는 먼저 관련연구를 살펴본 후 우리가 개발한 스마트 지팡이의 기능에 대하여 설명하고, 그 구현 프로세스와 부분품에 대한 설명, 그리고 시작품 제작 결과에 대한 설명을 하고자 한다. 다음, 지팡이와 연동되는 스마트폰 어플리케이션의 기능과 활용도를 설명한다. 본 스마트 지팡이의 제품디자인 이슈는 다양한 사물인터넷 기능에 대응하도록 기능적인 디자인이 필요한 것을 특징으로 보아, 디자인 프로세스 또한 설명하고자 한다. 마지막으로 본 스마트 지팡이의 활용성과 이후 개발 방향에 대한 토론으로 본 논문의 결론을 맺고자 한다.

2. 관련연구

국내의 경우 스마트 지팡이와 관련된 개발은 꾸준히 이루어졌으나, 이는 대부분 장애인을 위한 기술개발로써, 시각장애이용 지팡이를 볼 수 있다. 박래현 등은 초음파

센서와 가속도 센서를 활용하여 진행 방향에 놓인 장애물을 탐지하여 사용자에게 경고해 주는 지팡이를 개발하였다[1]. 김지수 등은 실내에서 시각장애인의 위치정보를 제공하기 위하여 지팡이에 탑재되는 가시광 수신모듈을 이용하여 설치된 LED 조명으로부터 위치정보를 수집할 수 있게 하였다[2].

해외의 경우, Mahnud 등은 2013년 시각장애인을 위하여 초음파 기반의 근접센서가 장착되고 장애물 발견시 진동모터로 알려주는 지팡이를 개발하였다[3]. 이 외에도 RFID와 GPS를 사용하여 위치정보를 제공하는 등 다양한 센서를 활용하는 연구의 사례를 볼 수 있다[4,5].

M2M(Machine to Machine)으로 일컬어지던 사물간의 통신에 의한 다양한 서비스를 제공한다는 개념은 사물인터넷, 즉 IoT(Internet of Things)로 확장되어 활발한 개발이 일어나고 있다. 사물인터넷은 근래에 일반에게 더욱 널리 알려지고 있는 다양한 센서와 작은 마이크로프로세서, 그리고 통신의 기능을 내장하는 사물을 기초로 사물의 정체성을 크게 확장하여 새로운 서비스를 제공하는 하나의 개념적 접근이라 할 수 있다. 이에, 사물을 재해석하고, 새로운 서비스를 구성하는데 있어서 기술의 활용과 함께 그 사물을 중심으로 하는 서비스 스토리텔링을 구성하는 것은 매우 중요하다 하다는 주장은 놀라운 일이 아닐 것이다[6].

사물인터넷을 구성함에 있어서 네트워크는 매우 중요한 부분을 차지하는데[7], 다양한 네트워크 기술 중 현재 저전력 근거리 통신을 제공하는 ‘블루투스 스마트’ 방식이 많이 채택되고 있다[8]. 블루투스 스마트 중에서도 영국의 CSR사를 중심으로 하는 블루투스 스마트 메쉬에서는 메쉬 통신이 용이하게 구현되어 스마트 홈 응용 등의 영역에서 다양한 서비스가 제공될 수 있다[9].

3. 사물인터넷 지팡이의 하드웨어 개발

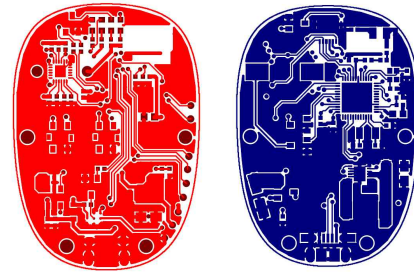
본 개발은 주로 실버층을 위한 보행보조 역할의 지팡이로써, 기본적으로 보행보조 역할을 충실히 하며, IT기술과 접목되어 고령자를 돕는 IT융합 보행보조용 스마트 지팡이이다. 나아가서, 시간과 공간의 제약에서 벗어나 고령자에게 스마트 헬스케어 기능을 제공하며 사용자들에 대한 다양한 정보 데이터를 제공할 수도 있는 하나의 건강 플랫폼이기도 하다. 이번 절에서는 본 스마트 지팡이의 하드웨어 구현에 대하여 기술한다.

3.1 스마트 지팡이의 기능

스마트 지팡이는 가속도센서, 자이로 센서 등을 포함하는 모션센서를 이용하여 지팡이의 운동을 모니터링하여 지팡이가 넘어졌는지에 대한 이벤트를 감지하여 낙상 경보를 발생시키며, 지팡이 운동 모니터링 결과를 이용하여 사용자의 운동량을 측정, 추정하여 건강 정보 생성에 활용한다. 또한 심박센서를 장착하여 사용자의 심박을 모니터링하여 건강정보를 더욱 보강한다. 블루투스 스마트 통신을 활용하여 사용자의 스마트폰과 연동함으로써 스마트폰 앱을 통하여 지팡이에서 발생하는 다양한 정보를 활용할 수 있으며, 스마트폰과 연동되는 클라우드를 통하여 원격에 있는 다수의 보호자와 연결되어 낙상 등 비상사태 발생 시 자동으로 통보하도록 설정할 수 있다. 부가 기능으로써, 사용자의 신체 및 인지(認知) 활동 장애 예방 등을 위한 치매 예방 콘텐츠, 두뇌활성화 콘텐츠, 콘텐츠를 활용한 운동법 제공 등, 인지활성화 기능을 스마트폰 앱의 형태로 서비스 한다.

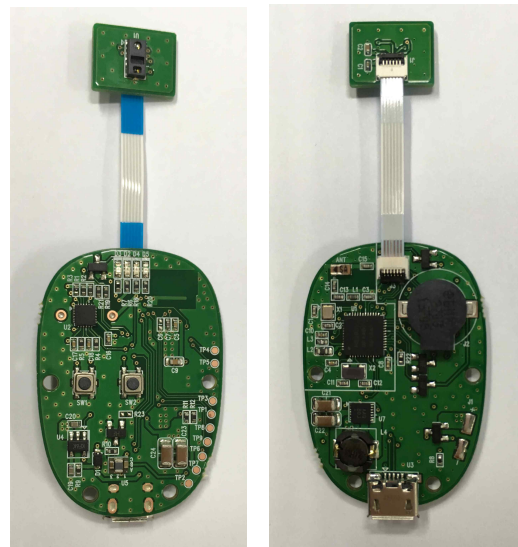
3.2 스마트 지팡이의 구현

사용자의 심박을 측정하고, 모션센서로써 지팡이의 움직임을 모니터링하고 블루투스 스마트를 이용하여 사용자의 스마트폰과 통신한다. 심박측정을 위하여 Maxim Integrated사의 MAX30100 심박센서를 사용하며, 모션센서는 Invensense사의 MPU6500, 그리고, 블루투스 스마트 통신은 Nordic사의 nRF52832를 채택하였다. Max30100 센서는 피부에 조사하는 빛을 이용하여 산소 농도와 심박수를 측정할 수 있는 저전력 센서이다. MPU6500 모션센서는 자이로센서와 가속센서를 각 xyz의 3개 축, 6 자유도(degrees of freedom)를 가진 센서이다. 자체 프로세서가 내장되어 기본적인 신호처리를 수행하여 가공된 정보를 얻을 수 있다. 대표적인 기능이 Motion Detect이며 이를 이용하여 걸음을 세는 만보계 기능에 활용한다. Nordic사의 nRF51822 칩인 블루투스 스마트 모듈은 통신기능 뿐만 아니라 자체 프로세싱 기능을 가진 MCU를 내장하고 있으며, 이는 Cortex-M4F 기반으로써, 일반적인 센서 데이터 처리 목적의 사물인터넷 용도에 충분히 적합하다. 본 개발은 해당 MCU를 프로그래밍하여 센서정보를 처리하도록 펌웨어를 제작하였다. 그림 1은 회로도에 기초한 PCB 보드 아트워크의 일부를 보여준다.



[Fig. 1] artwork

그림 2는 부품이 장착되어 최종 제작된 PCB 보드으로써 보드의 아래 위 양면을 보여준다. 그림의 메인보드에 케이블로 연결된 상단의 작은 보드는 MAX30100센서를 탑재하고 있다. 메인보드의 사이즈는 가로 28cm, 세로 41cm이며, 양면에 부품들이 각각 장착된다.



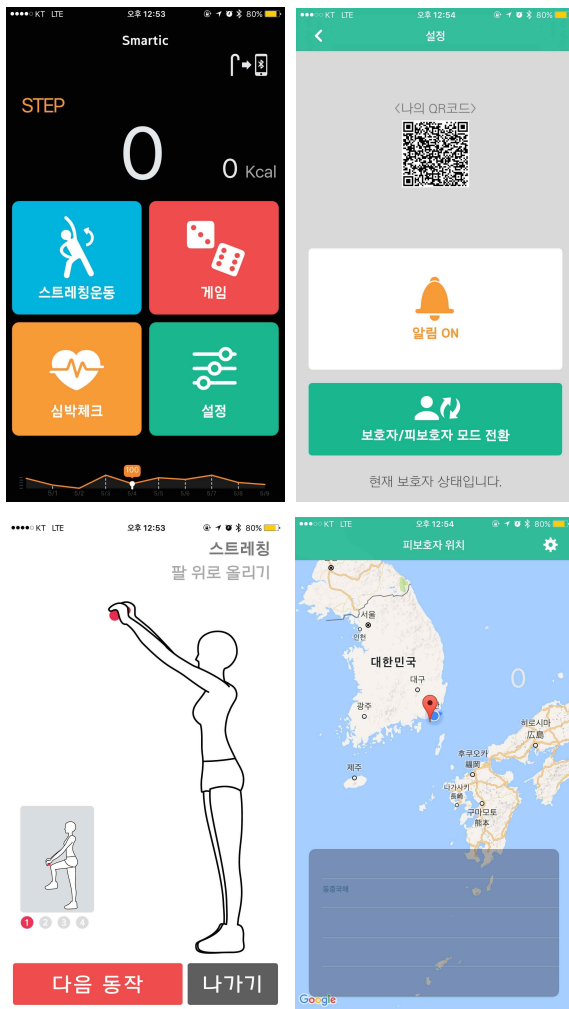
[Fig. 2] assembled PCB board

지팡이 사용자의 낙상을 인식하는 알고리즘은 사용자가 넘어지면 지팡이도 넘어지면서 바닥과 충돌하고, 그 충격을 받고 쓰러진 상태가 일정 시간 이상 유지된다는 가정에 기초한다. 즉, 지팡이의 바닥 충돌 가속도를 센서로 인식하고, 지팡이의 기울기 상태를 측정한 후, 쓰러진 상태로 1초 이상 지속되면 낙상으로 판단하게 된다.

지팡이 사용자가 도보 중 넘어져서 자동으로 낙상이 감지되거나, 위험한 상황에서 사용자가 지팡이에 장착된 버튼을 누르면 본인의 스마트폰에 설치된 전용 어플리케이션에 신호가 보내진다. 스마트폰의 어플리케이션은 인터넷을 통하여 클라우드 서버(Amazon Web Service)의 Notification 서비스를 통하여 성인 자녀 등 보호자에게

스마트폰의 GPS 위치정보와 함께 낙상정보를 알린다. 지팡이 사용자와 보호자는 사전에 QR태그를 통하여 용이하게 서로간의 관계를 맺을 수 있다. 보호자는 다수의 사람이 될 수 있다. 낙상이 일어났으나, 자력으로 복구 가능한 경우에는 사용자가 알람을 최소화할 수 있으며, 1분 이내에 취소하지 않을 경우 자동으로 보호자에게 경보가 가도록 구현하였다.

3.3 스마트폰 앱의 구현



[Fig. 3] smartphone application UI

그림 3은 스마트폰 어플리케이션의 화면을 보여준다. 좌상단 화면이 메인 화면이며, 만보계, 소모 칼로리량, 따라 하는 스트레칭운동 매뉴얼, 지팡이를 이용하여 할 수 있는 게임, 심박체크, 그리고 설정 등의 메뉴를 가지고 있다. 우상단 그림은 사용자와 보호자의 관계를 맺어줄 수 있는 화면으로써, 용이한 연결을 위한 QR태그를 보여주고 있다. 좌하단의 그림은 스트레칭운동 따라하기 이미

지 중 하나를 보여준다. 우하단 그림은 보호자에게 낙상 정보가 전달되면서 함께 보여주는 사용자의 지도 상 위치정보 화면이다.

3.4 스마트 지팡이의 디자인

그림 4는 개발되는 스마트지팡이의 그래픽 렌더링과 해당 목업을 통하여 최종 형태를 보여준다. 디자인은 우선 인체공학적 설계가 적용된 손잡이로 구성된다. 사용성을 고려하였으며, 장시간 사용시 신체적 부담을 최소화하는 방향으로 설계되었다. 버튼 조작과 센서활용 등을 용이하게 하기 위한 기능적인 측면이 디자인 과정에서 고려되었다. 스틱은 가볍고 내구성이 강화된 소재를 적용하였고, 정교한 길이조절 사양을 적용하였다. 마모에 강한 소재로써 안전성이 강화된 구동부를 장착한다.



[Fig. 4] Design of Smart Stick

3. 결론

본 논문에서는 사물인터넷 방식의 접근에 의한 스마트 지팡이 개발을 기술하였다. 모션센서를 활용하여 지팡이의 움직임을 모니터링한다는 것로부터 첫째, 안전을 위하여 낙상을 감지하여 스스로 복구하기 어려운 위험한 상황의 발생에서 효과적으로 구제되기 위한 경보를 클라우드를 통하여 전달할 수 있는 통신 채널구성에 가장 큰 의미가 있다 하겠다. 둘째, 모션센서를 활용하는 지팡이의 움직임에 대한 정보수집은 운동량을 측정하거나, 지팡이를 게임 조종 스틱으로 활용하여 게임을 할 수 있게 하는 등 다양한 부가적인 서비스를 가능하게 하였다. 셋째, 디자인적인 측면에서, 기존 보통의 지팡이 디자인적 측면에서도 개선이 이루어졌으며 나아가서 사물인터넷 디바이스로써 기능하는 면을 충분히 고려한 기능성

디자인이 시도되고 연구될 수 있는 기회를 가졌던 면에서 많은 의의가 있었다. 지팡이의 스마트화는 창의성을 필요로 하는 재미있는 응용분야이면서 웰빙 사회에서 요구되는 다양한 건강 서비스 시장에 대응할 수 있는 효과적인 도메인으로써 향후 많은 연구개발이 기대된다.

ACKNOWLEDGMENTS

본 논문은 산업통상자원부와 한국산업기술평가관리원으로부터 지원받아 수행된 것임(과제번호: 10054180)

REFERENCES

- [1] 박래현, 박세형 외, 초음파 및 가속도 센서를 이용한 시각장애인용 보행보조 장치의 성능 개선, 한국정보과학회논문지: 소프트웨어 및 응용, 36권, 4호, pp.291-297, 2009.
- [2] 김지수, 김준영, 이원창, 안드로이드 스마트폰과 가시광통신을 이용한 시각장애인용 실내위치인식 시스템 구현, 한국정보기술학회논문지, 13권, 1호, pp.87-92, 2015.
- [3] M.H. Mahmud, R Saha, S. Islam, Smart Walking Stick - and Electronic Approach to Assist Visually Disabled Persons, Int. Journal of Scientific & Engineering Research, Vol.4, No.10, pp.111-114, 2013.
- [4] K. Yelamarthi, D. Hass, D. Nielsen, S. Mothersell, RFID and GPS Integrated Navigation System for the Visually Impaired, 53rd IEEE Int. Midwest Symposium on Circuits and Systems, pp.1149-1152, 2010
- [5] Y. Niitsu, T. Taniguchi, K. Kawashima, Detection and Notification of Dangerous Obstacles and Places for Visually Impaired Persons Using a Smart Cane, 7th Int. Conference on Mobile Computing and Ubiquitous Networking, pp.6-8, 2014.
- [6] L. Atsori, A. Lera, G. Morabito, The Internet of THings, Computer Networks, Vol.54, No.15, pp.2787-2805, 2010
- [7] T. Mendes, R. Godina, Smart Home Communication Technologies and Applications: Wireless Protocol Assessment for Home Area Network Resources, Energies, Vol.8, No.7, pp.7279-7311, 2015.
- [8] J. DeCuir, Introducing Bluetooth Smart: Part 1: A look at both classic and new technologies, IEEE Consumer Electronics Magazine, Vol.3, No.1, pp.12-18, 2014.
- [9] <https://www.ericsson.com/research-blog/internet-of-things/bluetooth-smart-mesh-make-sense-iot/>
- [10] Tiago D. P. Mendes, Radu Godina, "Smart Home Communication Technologies and Applications: Wireless Protocol Assessment for Home Area Network Resources" Energies, 7279-7311; doi:10.3390/en8077279, 2015, 8
- [11] Afonso, J., Monteiro, E., Ferreira, C., Monitoring and Alarm Management for system and network security: A web-based comprehensive approach, 2nd International Conference on E-Business and Telecommunication Networks, Reading U.K., October, 3-7, 2005
- [12] <http://binatti.blog.me/>
- [13] <http://docplayer.net/4029041-Mobile-technology-s-promise-for-healthcare-in-collaboration-with-march-2010.html>
- [14] <http://docplayer.net/4181849-What-are-the-opportunities-and-challenges-of-cloud-computing-technology-in-the-healthcare-information-systems.html>
- [15] <http://docplayer.net/784006-Connected-health-the-drive-to-integrated-healthcare-delivery.html>

저자소개

김 태 희(Taehee Kim)



- 1996년 12월 : Univ. of Edinburgh (인공지능박사)
 - 2010년 6월 : Rhode Island School of Design(예술석사)
 - 1997년 1월 ~ 1999년 8월 : 한국과학기술정책연구원 선임연구원
 - 1999년 9월 ~ 현재 : 영산대학교 게임영화학부 교수
- <관심분야> : 사물인터넷, 지능로봇

노철우(CheulWoo Ro)

[정회원]



- 1982년 8월 : 동국대학교 대학원 전자계산학과 (석사)
- 1995년 8월 : 서강대학교 컴퓨터공학과 (박사)
- 1982년 3월 ~ 1991년 3월 : 한국 전자통신연구소 선임연구원

· 1991년 4월 ~ 현재 : 신라대학교 컴퓨터공학과 교수
<관심분야> : 클라우드 컴퓨팅, IoT 응용 및 빅데이터 분석, 컴퓨터 네트워크, 모델링, 페트리네트

윤장원(Jangwon Yoon)



- 1998년 2월 : 부경대학교 산업디자인학과 (디자인학사)
- 2005년 2월 : 부경대학교 산업디자인학과 (석사수료)
- 2003년 1월 ~ 현재 : (주)아이온 대표이사

<관심분야> : ICT, 실버산업