

스마트폰 기반의 손목터널증후군 모니터링 시스템 구현

황우진*·양윤정*·정도운*

*동서대학교

Implementation of the Smartphone Based Carpal Tunnel Syndrome Monitoring System

Woo-Jin Hwang*, Yoon-Jeong Yang*, Do-Un Jeong*

*Dongseo University

E-mail : whynot6255@naver.com, dujeong@dongseo.ac.kr

요 약

장시간 컴퓨터나 스마트폰을 사용하는 사람들에게서 손목터널증후군(Carpal Tunnel Syndrome)의 발생 가능성이 높아지며, 이를 방지하기 위해서는 꾸준한 손목 스트레칭과 위험성의 모니터링을 통한 사용자 피드백이 중요하다. 본 연구에서는 사용자 스스로가 손목 터널 증후군의 위험성을 인지하고, 손목 스트레칭 할 수 있도록 손목 터널 증후군 예방 시스템(Carpal Tunnel Syndrome Prevention System, CTSPS)을 구현하였다. 전체 시스템은 하드웨어와 소프트웨어로 구성되며, 소프트웨어는 사용자가 설정한 사용 시간과 잠금 시간을 바탕으로 알람 및 잠금을 수행한다. 이때 사용자는 아두이노와 가속도 센서를 이용하여 손목 스트레칭 할 수 있으며, 사용 패턴을 분석하여 사용자에게 맞는 생활 가이드를 제공할 수 있다. 구현된 시스템을 평가하기 위해 피실험자 5명을 대상으로 3일간 스마트폰 사용 시간 및 터치 횟수를 측정하였고, 설문조사를 수행한 결과 스마트폰의 사용 빈도가 줄었으며, 통증 완화 등 긍정적인 효과를 확인할 수 있었다.

키 워 드

Prevention System, Monitoring System, Carpal Tunnel Syndrome

I. 서 론

사물인터넷 시대로 접어들면서 스마트 기기의 사용은 점차 그 영역을 확대해 나가고 있는 추세이다[1]. 그 중 스마트폰은 시간과 장소에 구애받지 않고 정보 통신망에 접속하여 다양한 서비스를 이용할 수 있다는 점에서 좋은 면을 보이고 있지만 과도한 사용은 정신과 신체 건강, 학업, 대인관계 등 일상생활에 부작용을 가져올 수 있다. 최근에는 장시간 컴퓨터나 스마트폰을 사용하는 사람들에게서 손목터널증후군(Carpal Tunnel Syndrome)이 많이 발생하고 있다[2]. 손목터널증후군이란 손목을 구성하고 있는 수근관 인대 부분이 좁아지면서 정중신경(median nerve)이 눌리게 되어 통증이 발생하게 되는 질환이다. 예방을 위한 방법으로 꾸준한 손목 스트레칭이 필요로 하며, 사용자에게 맞는 의료 정보 및 생활 가이드가 제공되어야 한다. 본 연구에서는 사용자 스스로가 손목 터널 증후군의 위험성을 인지하고, 손목 스트레칭 할 수 있도록 스마트폰 기반의 손목터널 증후군 예방 시스템(Carpal Tunnel Syndrome Prevention System, CTSPS)을 구현하였다.

II. 본 론

1. 전체 시스템 구성

전체 시스템은 가속도 센서를 포함한 하드웨어와 안드로이드 기반 소프트웨어로 구성된다. 소프트웨어는 사용자가 설정한 사용 시간과 잠금 시간을 바탕으로 알람 및 잠금을 수행한다. 실시간으로 데이터를 측정하고 처리하기 위한 방법으로 포그라운드 서비스를 이용하였으며, 처리된 값을 관리하기 위해서 데이터베이스 SQLite를 사용하였다. 사용자가 소프트웨어 잠금을 해제하기 위해서는 손목 스트레칭이 요구되는데, 하드웨어를 이용하여 A/D 변환 및 전처리를 수행하고, 손목 상태에 따라 데이터를 블루투스 무선전송기법을 통해 전송한다.

본 연구에서 손목의 스트레칭 유도를 위해 인위적인 네 개의 프로토콜을 개발하고 이를 피험자에게 유도할 수 있도록 하였다. 실험에 적용된 손목스트레칭 프로토콜을 그림 1에 나타내었으며, 실제 이를 지원하기 위한 CTSPS의 구성도를 그림 2에 각각 나타내었다. 본 연구에서 구현된 하드웨어 시스템은 실제 손목 스트레칭의 정확성 유무를 판별하여 사용자에게 피드백하는 기능을 수행한다.

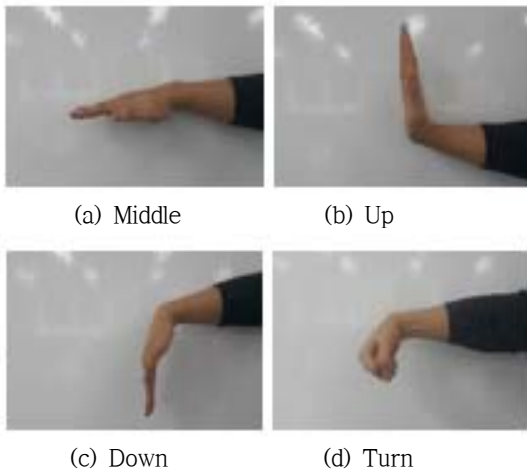


그림 1. 스트레칭 프로토콜.

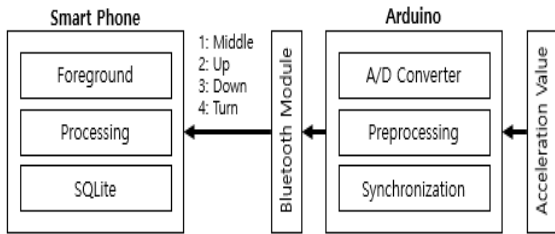


그림 2. CTSPS의 구성도.

2. 서비스 애플리케이션 알고리즘

서비스 애플리케이션은 1초 간격으로 run()을 호출하여 단말기 사용 시간과 터치 횟수를 실시간 업데이트 한다. 그리고 조건문을 통하여 잠금 여부를 확인하고, 거짓일 경우 run() 메소드로 리턴된다. 만약 조건이 참일 경우에는 즉시 소프트웨어 잠금을 수행하고, 사용자에게 잠금을 해제하기 위한 두 가지 방법을 제안한다.

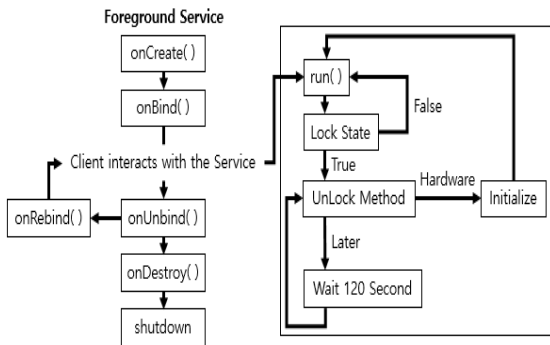


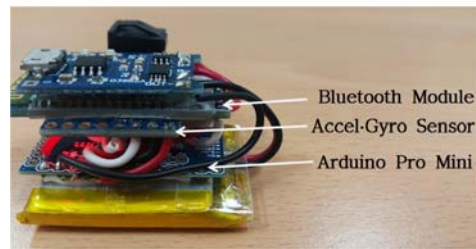
그림 3. CTSPS 서비스 알고리즘.

첫 번째 방법은 아두이노와 가속도 센서를 이용하여 잠금을 해제하는 방법이다. 사용자는 애플리케이션에서 요구하는 손목의 상태에 따라 가속

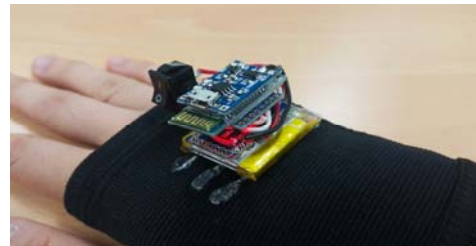
도 센서를 이용하여 일정 시간동안 자세를 유지해야 한다. 이후 요구를 만족하면 잠금 상태 및 제어 변수들이 초기화되고, 다시 run() 메소드로 돌아간다. 두 번째 방법은 즉시 잠금을 해제할 수 있지만 120초의 시간을 주고 패널티(+60초)를 부과하는 방식이다. 본 연구에서 구현된 CTSPS의 서비스 애플리케이션 알고리즘 구성도를 그림 3에 나타내었다.

III. 실험 및 결과

본 연구에서는 사용자 스스로가 손목 터널 증후군의 위험성을 인지하고, 손목 스트레칭을 할 수 있도록 스마트폰 기반의 손목 터널 증후군 예방 시스템을 구현하였다.



(a) CTSPS하드웨어 구성



(b) 시스템 착용후 스트레칭 수행 장면
그림 4. 구현된 CTSPS하드웨어 시스템.



(a) CTSPS 애플리케이션 메인



(b) CTSPS 애플리케이션 구성요소
그림 5. 구현된 CTSPS 애플리케이션.

먼저 가속도센서와 자이로센서로부터 스트레칭 프로토콜을 인식하기 위한 하드웨어 시스템을 그림 4에 나타내었다. 그림 4의 (a)에 제작된 CTSPS 하드웨어 구성을 나타내었으며, 그림 4의 (b) 실제 사용자가 CTSPS 시스템을 착용하고 스트레칭 프로토콜을 수행하는 결과를 제시하였다.

그리고 하드웨어 시스템으로부터 전송된 스트레칭 정보 및 CTSPS 시스템 총괄기능을 수행하기 위한 서비스 애플리케이션을 그림 5에 나타내었다. 그림 5의 (a)에는 CTSPS가 작동하고 있는 시스템의 메인화면을 제시하였으며, 그림 5의 (b)에는 시스템의 실제 애플리케이션의 주요 동작요소를 캡처하여 결과물로 제시하였다.

표 1. CTSPS를 이용한 모니터링 결과

구분	1일차		2일차		3일차	
	사용 시간	터치 횟수	사용 시간	터치 횟수	사용 시간	터치 횟수
1	03:24	6,842	02:32	7,182	02:03	5,328
2	06:06	22,794	05:31	18,622	04:48	15,413
3	04:48	12,087	03:56	10,273	03:27	7,846
4	03:32	10,143	03:18	10,011	03:02	9,845
5	05:13	18,020	05:00	16,852	04:39	15,092
avg	04:20	13,977	04:00	12,588	03:20	10,704

구현된 시스템의 평가를 위하여 피실험자 5명을 대상으로 구현된 시스템을 3일간 착용하고 스

마트폰을 사용하도록 유도하였으며, 실제 피험자로부터 개발된 CTSPS 시스템을 이용해 측정된 사용시간과 터치횟수를 날짜별로 측정하여 표 1에 나타내었다. 사용시간과 터치횟수에 따른 스트레칭을 유도하였고 실험 종료 후 설문조사를 통한 만족도 평가를 수행한 결과 피험자들의 시스템 만족도가 5개 설문항목에 대해 5점 척도 4.5의 성적을 나타내었다.

IV. 결 론

본 연구에서는 손목 터널 증후군을 사전에 예방하기 위한 시스템을 구현하였다. 3일간 사용자의 스마트폰 사용 시간과 터치 횟수를 측정한 결과 스마트폰의 사용 빈도가 줄었으며, 설문조사에서 통증 완화 등 긍정적인 효과를 확인할 수 있었다. 하지만 사용자가 단말기를 사용하는 자세에 따른 손목 예방 문제가 남아있어 추가적인 연구가 필요할 것으로 판단된다. 따라서 향후 연구에서는 스마트폰의 자이로 센서를 이용한 자세 판별 알고리즘 구현뿐만 아니라 거북목 증후군, 시력 예방 시스템 등 다양한 분야에서의 적용을 해 볼 계획이다.

감사의 글

본 논문은 2015년도 정부(교육부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업 (2015R1D1A1A01061131) 및 산학협력 선도대학 (LINC) 육성사업의 연구결과임을 밝힙니다.

참 고 자 료

- [1] 김재호, 윤재석, 이상원. "사물인터넷 융합을 통한 스마트 기기의 발전 동향". 한국정보통신학회지, 14(2), 17-23.
- [2] 엄수현, 최서연, 박동현. "스마트폰 사용량과 근골격계질환 관련 자각증상과 관련성에 관한 연구". Korea Safety Management and Science, 15(2), 113-120.
- [3] Spagnolo, F., Sestak, I., Howell, A., Forbes, J. F., & Cuzick, J. (2016). Anastrozole-induced carpal tunnel syndrome: results from the international breast Cancer intervention study II prevention trial. Journal of Clinical Oncology, 34(2), 139-143.
- [4] Flondell, M., Rosen, B., Andersson, G., & Björkman, A. (2016). Carpal tunnel syndrome treated with guided brain plasticity: a randomised, controlled study. Journal of Plastic Surgery and Hand Surgery, 1-6.
- [5] Harris-Adamson, Carisa, et al. "Biomechanical and psychosocial exposures are independent risk factors for carpal tunnel syndrome: assessment of confounding using causal diagrams." Occupational and Environmental Medicine (2016): oemed-2016.