

사용자의 안정성 및 편의성 증진을 위한 IoT 기반 스마트 휠체어 개발

김성재¹, 정진화¹, 김동현¹, 양영욱²

¹한신대학교 컴퓨터공학부 학부생

²한신대학교 컴퓨터공학부 교수

ddalseong@gmail.com, pobee2018@hs.ac.kr, isc05005@hs.ac.kr,
yeongwook.yang@gmail.com

Development of IoT-based smart wheelchair to improve user safety and convenience

Sung-Jae Kim¹, Jin-Hwa Jung¹, Dong-Hyun Kim¹, Yeongwook Yang¹

¹Dept. of Computer Engineering, Han-Shin University

요 약

본 논문은 휠체어 사용자들이 직면하는 안전, 이동성 자립성 등의 문제를 해소하는 것을 목적으로 하는 internet of things(IoT) 기반 스마트 휠체어를 연구하였다. 본 연구에서는 휠체어의 중요한 기능인 경사도에 따라 자동으로 기울기가 조정되는 기능을 중점적으로 개발했다. 이 기능은 사용자의 안전을 보장하며, 동시에 이동의 편의성을 증가시키는 역할을 한다.

1. 연구 배경

휠체어 사용자들은 매일 여러 도전과 난관에 직면한다. 그중 하나는 경사로나 불균형한 표면 위에서 이동성이다. 이에 따라 불편함을 겪는 것은 물론, 심각한 안전사고 위험도 증가한다[1].

본 연구의 주목표는 사용자의 이동 경로와 환경에 따라 휠체어의 기울기를 자동으로 조정하는 internet of things(IoT) 기반의 스마트 휠체어를 개발하는 것이다. 또한 다양한 센서들을 이용하여 휠체어 사용자의 안전성과 이동 편의성을 개선하는 것을 목적으로 한다.

2. 연구 내용

스마트 휠체어의 구성은 크게 하드웨어와 소프트웨어로 나눌 수 있다.

하드웨어는 다양한 센서와 모듈로 구성되었다. 주요 구성 요소로는 아두이노 메가, 아두이노 미니, 아두이노 wireless fidelity(WIFI) 칩드(ESP8266), 가속도 센서, 기울기 센서, 조도 센서, 초음파 센서, global positioning system(GPS) 수신 모듈, 리니어 액추에이터, 안전벨트, 리튬 이온 배터리, 압력 감지 센서, 릴레이 스위치 모듈, 자기 센서 등이 있다.

소프트웨어는 아두이노 integrated development environment(IDE), 아두이노 IoT 클라우드, 그리고

if this, then that(IFTTT)를 사용하여 구현되었다. 개발된 알고리즘은 각 센서로부터 데이터를 수집하여 휠체어의 동작을 제어하고, 휠체어의 상태 정보를 아두이노 IoT 클라우드에 전송한다. 또한, 긴급 상황이 발생하면 IFTTT를 통해 즉시 긴급 신고가 이루어진다.

아두이노 보드에 센서들과 모듈들을 연결하여 스마트 휠체어의 외형을 구현하였고, 각각의 센서가 측정된 값을 통해 휠체어의 기울기를 실시간으로 조정하고, 장애물을 감지하여 충돌을 방지하는 등의 기능을 수행한다.

본 연구에서 제안하는 스마트 휠체어의 전체적인 구조도와 기능은 (그림 1) 및 <표 1>과 같다.



(그림 1) 전체 설계도

<표 1> 각 기능 동작 설명 관계

기능	설명
과속 감지 및 긴급정지	자기 센서를 사용하여 바퀴의 회전속도를 측정하고 휠체어의 속도를 실시간으로 파악한다. 임계속도 초과 시 브레이크 리니어 액추에이터가 작동하여 휠체어를 긴급정지 시킨다.
기울기 조정	앞바퀴에 달린 높이 조절을 위한 리니어 액추에이터와 가속도 센서, 기울기 센서를 활용하여 휠체어의 기울기를 조절한다.
장애물 감지 및 충돌 방지	초음파 센서를 이용하여 휠체어의 주변 장애물을 실시간으로 감지하고, 임계 거리보다 가까워질 때 브레이크 리니어 액추에이터가 작동하여 휠체어를 긴급정지 시킨다.
넘어짐 감지 및 자동 신고	가속도 센서와 기울기 센서를 통해 휠체어의 넘어짐을 감지하고, GPS 모듈을 사용하여 현재 위치 정보를 함께 와이파이 모듈을 통해 클라우드에 전송한다.
사용자의 앉은 상태 감지	압력 감지 센서와 안전벨트 어셈블리를 사용하여 사용자의 앉은 상태를 감지하고 휠체어의 작동을 제어한다.
오토 라이트	조도 센서를 사용하여 주위의 밝기를 감지하고, 이에 따라 전방 라이트를 점등한다.

다양한 센서와 기능을 통합한 스마트 휠체어는 사용자의 안전과 편의를 위해 설계되었다. 자기 센서와 리니어 액추에이터를 이용해 과속과 충돌을 방지하며, 가속도와 기울기 센서를 통해 휠체어의 기울기를 조절하여 안정적인 이동을 돕는다. 초음파 센서는 장애물 감지를, GPS와 가속도 센서는 넘어짐 감지 및 신고를, 압력 감지 센서와 안전벨트는 사용자의 착석을 감지한다. 조도 센서는 주변 환경의 밝기에 따라 라이트를 자동 조절하여 어두운 환경에서도 사용자의 안전을 지킨다. 이 모든 기능은 아두이노와 와이파이 모듈을 통해 실시간으로 제어되어 휠체어의 안전성과 편의성을 향상시킨다.

3. 기대효과 및 활용

본 연구의 스마트 휠체어 기술은 안전성 향상, 이동 편의성 강화, 의료 분야 활용, 복잡 지형 이동 지원, 노약자와 장애인의 독립성 증진, 그리고 산업 경쟁력 향상에 크게 기여할 것으로 전망된다. 특히, 센서를 이용한 기울기 자동 조정과 IoT 기반의 실시간 이동 상태 모니터링은 사용자의 안전을 확보하며, 잠재적인 위험을 감소시킨다. 또한 복잡하거나 험난한 지형에서도 안전하게 이동을 지원하며, 이동 능력이 제한된 사람들의 일상생활 편의성을 크게 향상시킨다. 병원이나 요양시설에서는 이 기술을 통해 환자

의 상태를 실시간으로 모니터링하고 응급 대응을 즉시 실행할 수 있게 되어, 의료 서비스의 품질을 높일 수 있다. 이 외에도, 이 기술은 장애인 인권 보장, 노인 복지 증진, 그리고 휠체어 제조 및 보험 산업의 경쟁력 강화에도 크게 기여할 것으로 기대된다.

4. 결론

우리는 IoT 기반 스마트 휠체어를 제작하였고, 이 기술은 휠체어 사용자에게 새로운 수준의 안전성과 이동성을 제공한다. 가장 중요한 결과 중 하나는 경사로에서 휠체어의 기울기를 자동으로 조절하는 기능을 성공적으로 개발한 것이다. 이 기능은 사용자의 안전을 최우선으로 하고, 이전에는 존재하지 않던 새로운 편의성을 제공한다. 다양한 안전 기능, 예를 들어 장애물 감지, 과속 감지, 사용자 착석 감지 등이 포함되어 있어 사용자의 안전을 보장한다.

추가로, 우리는 클라우드 기반의 통합 모니터링 시스템을 제안하였다. 이 시스템을 통해 사용자는 실시간으로 휠체어의 상태를 확인하고, 긴급 상황 시 즉시 대응할 수 있다. 이러한 기능은 휠체어 사용자의 안전을 향상시키며, 특히 독립적으로 생활하는 장애인이나 노인 등에게 큰 도움이 될 것이다.

그러나, 제안된 시스템은 와이파이기가 제한적인 곳이나 서버 부하 상태에서 클라우드 기능 사용에 제한이 있을 수 있으며, 환자의 체중에 따라 모터의 하중을 초과할 수 있다. 따라서, 향후 연구에서는 이러한 제한점을 개선하며, 휠체어의 안정성과 효율성을 향상시킬 계획이다. 하드웨어 구성의 개선과 클라우드 기반 시스템의 확장성 향상 방안을 모색하며, 이를 통해 휠체어 사용자의 생활 품질과 이동 보조 도구의 효율성과 편의성이 개선될 것이다.

감사의 글

이 성과는 과학기술정보통신부의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임 (NRF-2021R1C1C2004868).

참고문헌

[1] 공진용. 장애인 이동보조기기 안전사고 실태조사. 특수교육재활과학연구, 52(2), 1-16, 2013