

탈·부착이 가능한 전기 자전거 시스템의 설계

신윤구, 도태훈, 권이준, 김정태

목원대학교

Implementation of Portable Electric Bicycle System (PEB-System)

Yoon-gu Shin, Tae-hoon Do, Yee-Jun Kwan, Jung Tae Kim

Mokwon University

E-mail : jtkim3050@mokwon.ac.kr

요 약

전기 에너지가 우리 생활에 유용하게 사용되는 부분이 정말 많다. 최근에는 자전거 열풍이 불면서 덩달아 전동 자전거 업계에도 호황이 일고 있는데, 21C 기후 변화와 환경오염, 교통체증 등의 문제 해결을 위한 저탄소 녹색성장의 인식 전환으로 전동 자전거 이용이 늘어나고 있다. 이는 전동 자전거도 전기 에너지가 사용되고 있다 점이다. 하지만 이런 장점을 가지고 있는 전동 자전거를 많은 사람들이 구입하지 못하는 이유가 있다. 대부분의 이유가 '집에 자전거 1대씩 가지고 있는데, 굳이 비싼 돈을 주고 전동 자전거를 구입해야하나?' 라는 생각을 가지게 된다. 또 다른 이유로는 기존의 전동 자전거가 탈·부착 형식이 아닌 일체형으로 나오기 때문에 다른 신제품의 전동 자전거가 나온다면 기존의 전동 자전거의 부품을 사용하지 못 하고 새로운 자전거를 사야 한다는 단점 때문이다. 따라서 본 논문에서는 탈 부착이 가능한 전기 자전거 시스템을 구현하고자 한다.

키워드

사물 인터넷, 정보보호, 융합기술, 보안, 저전력

1. 서 론

전기 에너지가 우리 생활에 유용하게 사용되는 부분이 정말 많다. 최근에는 자전거 열풍이 불면서 덩달아 전동 자전거 업계에도 호황이 일고 있는데, 21C 기후 변화와 환경오염, 교통체증 등의 문제해결을 위한 저탄소 녹색성장의 인식 전환으로 전동 자전거 이용이 늘어나고 있다. 이는 전동 자전거도 전기 에너지가 사용되고 있다 점이다. 하지만 이런 장점을 가지고 있는 전동 자전거를 많은 사람들이 구입하지 못하는 이유가 있다. 대부분의 이유가 '집에 자전거 1대씩 가지고 있는데, 굳이 비싼 돈을 주고 전동 자전거를 구입해야하나?' 라는 생각을 가지게 된다. 또 다른 이유로는 기존의 전동 자전거가 탈·부착 형식이 아닌 일체형으로 나오기 때문에 다른 신제품의 전동 자전거가 나온다면 기존의 전동 자전거의 부품을 사용하지 못 하고 새로운 자전거를 사야 한다는 단점 때문이다. 따라서 탈·부착이 가능한 프레임

에 BLDC모터를 연결하여, 집에 있는 일반 자전거에 프레임을 부착함으로써, 일반 자전거를 전동 자전거로 업그레이드하여 사용할 수 있도록 만들어 볼 것이다. 또한 이클립스(자바)를 이용하여 첫 번째로 GPS 기반으로 현재 속도를 실시간으로 받아 올 수 있게 만들어 현재 자신의 최고 속도가 얼마인지 알 수 있도록 디스플레이 하고, 두 번째로는 Google Maps Android API v2를 사용하여, 현재 위도, 현재 경도, 현재 주소를 실시간으로 받아 디스플레이 할 계획이다. 전동 자전거의 메인 전원으로 리튬폴리머 배터리를 사용할 계획이며, 리튬 폴리머 배터리를 사용한 이유에는 많은 장점들이 있지만, 특히 다른 배터리에 비해 순간 방전율이 월등하게 좋고, 전동 자전거의 가속력이나 언덕 등판능력을 위해 사용할 계획이다. 또한 배터리 충전이 가능하여 이론상 반영구적으로 사용 가능하다는 장점이 있다. 마지막으로 대부분의 이동수단은 환경을 오염 시킨다. 따라서 저희는 일상생활에서의 친환경 이동수단에 대한

작품을 만들 수 있으면 어떨까 라는 생각을 해 보았다. 이동수단에 있어서 보관의 편리함과 취미 활동에도 이용할 수 있으며, 요즘 떠오르는 글로벌 환경 트렌드에 부합하는 친환경 이동 수단과 현대인들이 자주 사용하고 많이 접할 수 있는 스마트폰을 집합한 전동 자전거를 만들어 볼 계획이다.

II. 연구목표 및 독창성

기존의 일반 자전거에 탈·부착이 가능한 프레임을 부착함으로써, 일반 자전거를 전동 자전거로 업그레이드하여 사용할 수 있다.

▶ 이클립스(자바)를 이용하여 GPS 기반으로 현재 속도를 실시간 정보를 전송받아 현재 자신의 최고 속도가 얼마인지 알 수 있도록 스마트폰에 디스플레이 한다.

▶ 또한, Google Maps Android API v2를 이용하여 현재 위도, 현재 경도, 현재 주소를 실시간으로 받아 스마트폰에 디스플레이 한다.

표 1. 독창성 및 난이도

| 독창성 | | |
|---------|-----|--------------------------------------|
| 양산되는 제품 | 무 | 국내에 개발된 제품 없음 |
| 종류 | 난이도 | 비고 |
| 하드웨어 | 상 | 배터리, 모터, 고전압 |
| 소프트웨어 | 상 | 앱을 통한 속도 측정 및 위치 정보 |
| 디자인 | 상 | 탈·부착이 가능한 Kit형식으로 프레임 제작, 프레임 디자인 제작 |

위의 표 1과 같이 현재 국내에서는 개발된 제품이 없다. 또한 기존의 자전거에 프레임의 부착만으로 전동 자전거로 사용할 수 있다는 점에서 매우 획기적인 아이템이라고 생각한다. 그리고 가격측면에서도 많이 저렴하다. 어플리케이션(Application)의 경우 3가지 편의성, 실용성, 안정성을 중요하게 다루어 만들 것이다. 기존의 블루투스로 조종하는 어플과 다른 점은 조작이 용이한 인터페이스를 나타내는 편의성과 실제로 사용할 때 필요한 기능만을 추가 한 실용성 그리고 가장 중요한 안정성을 추가하기 위해 어플리케이션을 만들 계획이다.

기존의 블루투스 조정(controller) 어플의 경우 사용자가 자주 사용하지 않는 기능들이 많이 있어서 사용하기가 힘들었다. 따라서 이러한 편의성의 문제점을 해결하기 위해 Relative Layout을 이용해 자주 사용하는 기능만을 추가하여 사용하기 쉽게 어플리케이션을 만들 계획이다. 안정성의 경우 어플리케이션을 실행 도중에는 화면 꺼짐을 방지 하는 기능을 추가하여 어플이 강제적으로 꺼지지 않도록 할 계획이다.

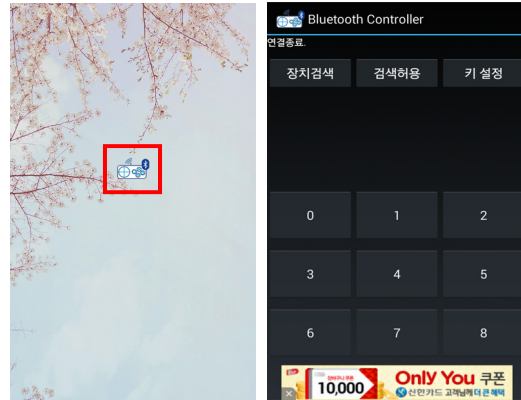


그림 1. 기존 Bluetooth Controller 어플

III. 연구내용 및 방법

전동 자전거를 만들기 위해서는 하드웨어 부분과 소프트웨어 부분으로 나누어진다. 소프트웨어의 경우, MCU인 ATmega128를 통해 ADC, PWM, 블루투스 송·수신 소스를 제작할 계획이다. 또한 센서를 이용하여, 저터치나 어두울 경우에 자동으로 전조등과 후미등에서 불이 켜지도록 하는 기능도 추가할 계획이다. 이클립스(자바)의 경우 처음 화면에서는 블루투스 기능이 On 또는 Off 되어있는지 확인을 하게 된다. 만약 연결되어 있지 않다면 자동으로 어플이 종료가 되게 만들 것이다. 그 후 블루투스 연결 후 3개의 전체적인 메뉴인 전원, 속도, 위치 구성으로 앱을 설계 한다.

표 2. 소프트웨어 및 실행 프로그램

| 실행 프로그램 | 소프트웨어 |
|----------|------------------------|
| AVR | PWM 소스 제작 |
| | ADC 소스 제작 |
| | 송·수신 소스 제작 |
| | CdS 소스 제작 |
| 이클립스(자바) | 블루투스 On / Off 제어 소스 제작 |
| | 위치 정보 소스 제작 |
| | 속도 측정 소스 제작 |

하드웨어의 경우, ATmega128과 블루투스, 블루투스 송·수신 모듈, BLDC(Brushless DC Motor), BLDC 구동을 위한 ESC, SSR을 사용할 계획이다. 그 외 파워 트레인 부분에서는 알루미늄을 CNC로 가공할 계획이다. 메인 전원으로 리튬 폴리머 배터리를 사용한다. 다른 배터리에 비해 순간 방전율이 월등하게 좋아 가속력이나 언덕 등판능력을 위해 선정하게 되었다.

표 3. 하드웨어 및 실행 프로그램

| 실행 프로그램 | 소프트웨어 |
|----------|---------|
| Auto CAD | 프레임 제작 |
| 솔리드 워스 | 프레임 모델링 |
| OR CAD | 과형 확인 |

주요 부품으로는 다음과 같다.

① SSR

무접점식 릴레이(차단기)로 반도체를 이용한 전자 차단기라고 할 수 있다. 내부에 효율이 좋은 적외광의 발광 다이오드와 수광측은 실리콘계 포토 트랜지스터를 사용한 것으로 작품의 고전압을 컨트롤 하기 위해, SSR을 이용해 접점 스파크를 제거하여 안전하게 사용할 수 있다.

② ESC

전자 변속기으로써 기계식과 달리 전자식은 트랜지스터를 이용하여 PWM으로 제어하므로 전력이 효율적으로 사용되는 제품이다. 이 전자 변속기에 일반 DC모터는 2선이지만, BLDC모터는 3선으로 연결하며 수신기에서 명령을 받아 모터를 속도 제어 하는 것이다.

③ ATmega128

AVR RISC 구조를 바탕으로 만들어진 8비트 CMOS형 마이크로 컨트롤러이다. 이 마이크로 컨트롤러는 Harvard Architecture로 설계되었기 때문에 내부 버스인 프로그램 버스와 데이터 버스가 2가지로 분리되어 있다. AVR ATmega128의 프로그램 메모리는 64K워드의 Flash 롬으로 이루어져 있으며 이를 위한 버스도 내부에만 존재하게 된다. 내부 SRAM은 4K바이트이고, 내부 EEPROM 메모리도 4K바이트로 구성되어 있다. 핸드폰의 안드로이드 앱을 통해 들어 온 명령어들을 처리하여 전동 자전거의 전원을 On / Off 할 예정이다.

④ Bluetooth

블루투스는 핸드폰, 노트북 등 휴대기기와 서로 연결해 정보를 교환하는 근거리 무선 기술 제품으로써 핸드폰과 본 제품과의 연결을 통해 안드로이드 앱을 활용할 수 있게 사용한다.

⑤ BLDC

Brush가 부착된 DC모터에서는 정류자와 Brush의 접촉에 의해서 코일에 전류를 흐르게 함과 동시에 전류시키는 기능을 하지만, Brush가 마모되는 단점이 있다. 그러나 Brushless DC모터는 Brush를 사용하지 않고 비접촉의 위치 검출기와 반도체 소자로써 통전 및 전류시키는 기능을 바꾸어 놓는 모터이다. 따라서 Brushless DC모터의 토크 발생원리는 DC모터의 경우와 같은 형태이다.

⑥ 배터리

리튬 폴리머 배터리로 외부전원을 이용해 충전해서 반영구적으로 사용하는 전지인 '2차 전지'의 한 종류이다. 리튬 2차전지는 전해질 형태에 따라 리튬금속전지, 리튬이온전지, 리튬폴리머 전지로 나눌 수 있다. 리튬폴리머전지는 전해질이 고체 또는 겔 형태이기 때문에 불

의 사고로 전지가 파손되어도 전해질이 밖으로 새어나가지 않아 발화하거나 폭발할 우려가 없어 안정성이 확보된다. 에너지 효율도 리튬이온전지보다 높다.

⑦악셀 스토틀

이 악셀 스토틀은 최소 1V ~ 최대 4V의 아날로그 값을 가진다. 이 값을 BLDC모터를 구동하기 위해서 ESC에 연결해야 하는데, 악셀 스토틀에서 나오는 아날로그 값을 가지고 BLDC모터를 구동할 수는 없다. 왜냐하면 BLDC모터의 경우에는 PWM에만 동작하도록 되어 있기 때문이다. 따라서 ATmega128을 이용하여 아날로그 값을 디지털 신호로 변환하고, 이 변환한 값을 PWM 값으로 다시 변환시켜 사용하여야 한다. 따라서 ATmega128을 이용하여 ADC와 PWM 신호를 만들어 BLDC모터를 구동하게 만들 수 있다.

IV. 결 론

전동 자전거에서는 팀에서 자체 개발한 안드로이드 전용 스마트 폰 앱을 이용하여 자전거의 전원을 블루투스로 컨트롤하게 된다. 마이크로프로세서에서는 전동 자전거의 고전압은 컨트롤 할 수가 없다. 따라서 SSR이라는 전자식 접점 스위치를 사용하여 접점 스파크를 제거하고 안전하게 마이크로프로세서를 운영할 수 있도록 할 것이다. 전동 자전거의 실 주행 시 부품들의 진동과 충격은 상상 이상일 것으로 예상하며, 주요 전선들의 단선을 방지하기 위하여 터미널 방식의 연결을 할 것이다. 기계식 브레이크 방식은 확실하지만 관리의 편의성과 자갈, 모래 등 예측하지 못할 변수를 막기 위해 ESC(전자식 변속기)에 전자식 브레이크 기능을 추가하여 구동 모터 자체가 감속까지 가능하다.

참고문헌

[1] 김태형, 이상훈, "전기 자전거의 구동시스템별 운전 특성 비교 및 평가", 한국자동차공학회 춘계학술대회, 종합학술대회, 2014.5, pp.1407
 [2] 서동현, 신외경, 이충훈, 조수연, "ISO 13064-2를 기반으로 한 전기이륜차 성능시험에 대한 연구", 한국자동차공학회, 2014.5, pp.1408-1410
 [3] 이천, 홍상휘, 문지훈, 이승욱, "개인용 이동수단의 전동 동력계 주행부하 설정에 관한 연구", 2014 한국자동차공학회 종합학술대회, 2014.5, pp.1412