

스마트 헬멧과 헬멧 보관함을 통한 안전한 공유 자전거 시스템 개발

권헌용, 최석우, 김현수, 김정창

국립한국해양대학교 전자전기정보공학부 전자통신공학전공

mjgjsdydl@g.kmou.ac.kr, dbc4723@g.kmou.ac.kr, kmskms39@g.kmou.ac.kr, jchkim@kmou.ac.kr

Development of a Safe Shared Bicycle System Using Smart Helmets and Helmet Lockers

Heonyong Kwon, Seokwoo Choi, Hyunsu Kim, Jeongchang Kim

Korea Maritime and Ocean University (KMOU)

요약

본 논문에서는 공유 자전거 사용자들이 헬멧 착용을 통해 안전을 확보할 수 있도록 스마트 헬멧과 보관함을 장착한 공유 자전거 시스템을 개발하였다. 이를 위해 Bluetooth 시리얼 통신 모듈을 단일 보드 마이크로컨트롤러(Microcontroller Unit: MCU)와 함께 사용하였고, 헬멧 착용 여부 확인을 위해 초음파 거리 센서(Ultrasonic Sensor)를 사용하였다. 또한, 헬멧 분실 방지를 위해 헬멧 보관함을 제작하고, 클라우드 서비스를 활용하여 사용자 인터페이스(UI)를 설계하였다. 이후 Bluetooth를 통해 연결된 장치의 제어 신호를 전송하여 기능을 구현하였다.

I. 서론

현재 도시에서 활발히 제공되고 있는 공유 자전거 서비스는 도시 교통 혼잡 완화와 친환경 이동 수단으로 인식되어 많이 이용되고 있다[1]. 하지만, 공유 자전거 사용 실태를 보면 안전 및 보호 측면에서 많은 문제점이 있다.

도로교통법상 자전거는 차로 간주되어 인도 주행이 불가능하다. 따라서, 자전거 도로 환경이 충분히 활성화되어 있지 않거나 전용 도로가 부족한 경우, 자전거를 차도에서 운행해야 하고, 차도 주행 시, 자동차와의 혼잡한 교통 환경에서 사고 위험이 증가할 수 있다. 하지만 헬멧을 착용하면 사고 시 머리와 뇌를 보호하여 심각한 부상을 최소화할 수 있다. 최근 연구에 따르면 헬멧 착용은 주행 중 머리 부상 위험을 최대 45% 감소시키고, 뇌 부상 위험을 33% 줄일 수 있다고 한다.

그러나, 많은 사용자들이 공유 자전거 이용 시 헬멧을 착용하지 않아 사고 시 부상 위험에 노출되어 있다. 본 논문은 공유 자전거 이용자들이 헬멧 착용을 통해 안전을 확보할 수 있도록 근거리 무선 통신 기술 Bluetooth를 활용하여 공유 헬멧을 착용하지 않으면 자전거를 사용할 수 없도록 하는 시스템 도입을 제안한다. 또한, 헬멧 도난 및 분실을 막기 위한 잠금장치를 설치하고, 제작한 휴대폰 인터페이스를 통해 제어하여 헬멧을 안전하게 보관할 수 있게 하는 시스템과 보관된 헬멧의 위생문제를 위한 시스템을 제안한다.

II. 본론

1. 시스템 구현

본 논문에서는 자전거 바구니, 잠금장치, 헬멧으로 구성된 시스템을 각각의 기능에 맞게 구현하였다. 전체적인 동작 흐름은 사용자가 휴대폰 애플리케이션을 통해 자전거 바구니 잠금장치를 제어하여 헬멧을 꺼내고 착용했을 때, 자전거의 잠금장치가 해제되어 운행이 가능하도록 구성하였다. 더불어, UV 살균기의 사용은 인체에 해를 끼칠 수 있으므로, 헬멧의 위생 문제를 해결하기 위해 UV 살균기를 대신하여 LED를 부착하여 개선하였다.

1.1. 자전거 바구니

그림 1은 아두이노를 기반으로 HC06(블루투스 모듈), 릴레이 모듈, LED(UV 살균기 대체), 전자 솔레노이드 잠금장치를 사용하여 구성된 헬멧 보관함 구현 결과이다[3]. 릴레이 모듈을 통해 잠금장치와 LED를 제어한다. 릴레이는 기본적으로 비활성화되어 있고, ON 신호가 전달되면 장치가 활성화되는 방식으로 동작한다.

그림 2는 앱 인터페이스를 통해 휴대폰 인터페이스를 구축하고, HC-06 블루투스 모듈을 활용하여 잠금장치와 휴대폰을 블루투스로 연동한 모습이다. 이를 통해 휴대폰 인터페이스의 OPEN/LOCK 버튼을 눌러 LED와 잠금장치를 무선으로 제어하여 헬멧의 도난 사고를 방지할 수 있다.



그림 1. 헬멧 보관함 안쪽 및 바구니



그림 2. 휴대폰 인터페이스

1.2. 자전거 헬멧

그림 3은 아두이노를 기반으로 HC-06(블루투스 모듈), 초음파 거리센서를 활용하여 구성한 헬멧의 모습이다. 이는 사용자의 머리와와의 거리 변화를 감지하여 일정 거리 이상으로 가까워지거나 멀어질 때, 해당 변화에 대응하는 특정 신호를 HC-06 블루투스 모듈을 통해 내보낸다. 이를 위해선 송신 측의 HC-06을 마스터 모드로 설정해야 한다.

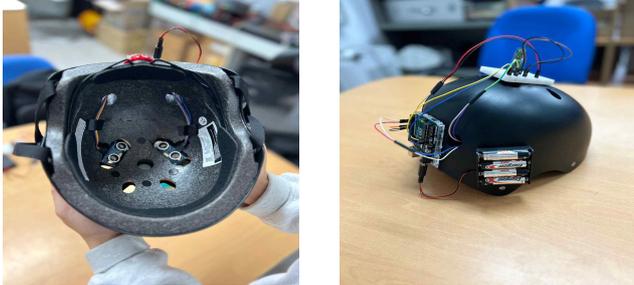


그림 3. 헬멧 안쪽 면, 바깥쪽 면

1.3. 자전거 잠금장치

그림 4는 아두이노를 기반으로 HC06(블루투스 모듈), 스텝 모터, 3D 프린팅을 통해 제작한 자전거 잠금장치의 모습이다. 송신된 초음파 거리센서의 특정 신호에 반응하여 스텝 모터가 회전하고 모터와 부착한 톱니가 잠금장치의 결쇠가 맞물리며 잠금장치가 열리거나 닫히도록 설계하였다 [2]. 이를 위해선 수신 측의 HC-06을 슬레이브 모드로 설정해야 한다.

그림 5는 슬레이브 모드로 설정된 HC-06 모듈과 마스터 모드로 설정된 HC-06 모듈이 자동으로 페어링 된 상태를 나타낸 것이다. 이는 두 모듈에서 나오는 HC-06 LED의 깜빡임이 멈추고 켜진 상태로 유지되는 것으로 확인할 수 있다. 이를 통해 헬멧과 자전거 잠금장치 간 근거리 무선 통신이 가능하게 되고 일반적으로 약 10m 정도의 거리 내에서 사용 가능하다.

HC-06 블루투스 모듈은 시리얼 통신(Serial Communication)을 기반으로 데이터를 전송하고 수신하는 기능을 제공하며, UART(유니버설 비동기 수신 송신) 프로토콜을 사용한다. 이는 데이터를 비트 단위로 시간에 따라 연속적으로 전송한다.



그림 4. 자전거 잠금장치

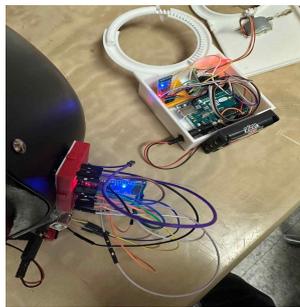


그림 5. HC-06 간 페어링

2. 실험 결과

본 논문에서는 휴대폰 애플리케이션과 자전거 바구니, 헬멧, 그리고 자전거 잠금장치를 통합하여 자전거 운행의 안전성을 높이는 시스템을 연구하였다.

휴대폰 인터페이스의 OPEN 버튼 클릭 시, LED는 OFF 되며, 동시에 잠금이 해제된다. LOCK 버튼 클릭 시, LED는 ON 되며, 잠금이 설정된다. 이와 같은 인터페이스를 통해 이용자는 휴대폰으로 자전거의 잠금 상태를 쉽게 제어할 수 있다.

헬멧을 착용하고 머리와 초음파 거리센서 간의 거리가 6cm 이하로 가까

워지는 신호를 받으면 스텝모터가 동작해 자전거 잠금장치가 해제된다. 반면, 머리와 초음파 거리센서 간의 거리가 6cm 초과로 멀어지면 잠금이 다시 설정된다. 이를 통해 헬멧 착용 여부에 따라 자전거 잠금을 자동으로 조절하는 시스템을 구축하였다.

III. 결론

본 논문에서 공유 자전거 사용자의 안전을 위한 스마트 헬멧과 자전거 잠금장치를 개발하고, 서로 다른 장치들끼리 근거리 무선통신을 통해 상호 연결되어 상태에 따라 실시간으로 각기 다른 동작 수행이 가능한 것을 확인하였다. 이를 통해 자전거 시스템의 안전성과 기능성을 향상시키고, 경제적이고 효과적으로 공유 자전거 사용자들의 안전을 보장하였다.

또한 헬멧의 도난을 방지하고 위생적인 상태를 유지하기 위해서 자전거 바구니 뚜껑을 개조하고, 휴대폰과의 근거리 무선통신을 통해 데이터를 송수신하여 LED와 바구니 잠금장치를 제어하였다.

이는 공유 자전거뿐만 아니라 공유 오토바이, 킥보드에도 똑같이 적용되어 이용자들의 안전을 보장할 수 있다. 따라서 미래 도시의 지능적이고 지속 가능한 교통 시스템에 적용할 수도 있을 것으로 기대된다.

하지만 이 연구는 몇 가지 한계를 가지고 있다. 사용자의 수용성이 고려되어야 할 사항이다. 또한, 향후 연구에서는 순간적인 사고에 대한 대처 기술의 도입, 효율적인 에너지 관리, 다양한 환경에서의 안정성 등을 고려하여 연구가 진행되어야 한다.

사용자의 안전을 강화하고, 도시의 교통 시스템을 지능적으로 개선하기 위한 연구를 지속적으로 수행하여 다양한 영역에서 그 결과를 활용할 수 있을 것으로 기대된다.

ACKNOWLEDGMENT

본 과제는 교육부와 한국연구재단의 지원으로 지원을 받아 수행된 3단계 산학연협력 선도대학 육성사업(LINC 3.0)의 연구 결과입니다.

참 고 문 헌

- [1] Jang-woo Park, "Anaysis for Public Bike Utilization Status of Seoul City", January. 2019.
- [2] Seung-gwon Kang, " A study on the development of IoT-based smart bicycle lock to prevent theft." 2021.
- [3] Hyun-Joo Park, " Department of Smart Information and Communication Engineering Sang-Myung University", Vol. 12. No. 2, pp. 45-50, 2021