

자전거 주차 자동화 및 모니터링 시스템 개발

유봉조^{1*} · 김영식¹ · 신부현¹ · 구경완²¹한밭대학교 기계공학과²호서대학교 자동차ICT공학과

Development of bicycle parking automation and monitoring systems

Bong-Jo Ryu^{1*} · Youngshik Kim¹ · Buhyun Shin¹ · Kyung-Wan Koo²¹Department of Mechanical Engineering, Hanbat National University, Daejeon, Korea²Department of ICT Automotive Engineering, Hoseo University, Chungnam, Korea

[요 약]

오늘날, 프랑스 일본과 같은 대부분의 선진국에서는 자전거 주차장치가 널리 사용되고 있다. 그러나, 기존의 자전거 보관소를 갖고 있는 대부분의 사설 및 공공 자전거 대여소들은 분실이나 도난의 위험을 지니고 있다. 이러한 단점을 보완하기 위해서, 본 논문에서는 네트워크 기반의 자전거 주차 자동화 및 모니터링 시스템을 개발한다. 본 논문의 목적을 위해, 첫째, 원격관리 및 모니터링 시스템 개발, 둘째, 도난방지과 안전을 위한 자전거 주차 잠금장치의 기구학적 설계 및 개발, 셋째, 자전거 주차제어기의 개발이 이루어진다.

[Abstract]

Recently, bicycle parking equipments are widely used in most of developed countries, such as France, Japan and so on. However, most of private or public bicycle rental service stations having conventional bicycle depositories have many risk of being lost and stolen. In this paper, an automated bicycle parking and monitoring system based on the network is developed to improve the drawbacks of the conventional bicycle parking system. For this purpose, a remote parking control and monitoring system is first proposed. kinematic design and development of bicycle locking equipment for anti-theft and safety are then discussed. Lastly, parking controllers are also presented.

색인어 : 네트워크 기반, 자전거 주차 제어, 잠금장치, 감시 시스템, 원격 제어

Key word : Network-based, Bicycle parking control, Locking equipment, Monitoring system, Remote control

<http://dx.doi.org/10.9728/dcs.2018.19.10.1861>



This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Received 31 September 2018; Revised 12 October 2018

Accepted 22 October 2018

*Corresponding Author; Bong-Jo Ryu

Tel: +82-042-821-1159

E-mail: bjryu701@hanbat.ac.kr

I. 서론

오늘날 에너지 자원 고갈, 대기 오염의 증가, 건강 등에 대한 관심 등으로 자전거 수요가 크게 증가하고 있고, 이러한 자전거 수요에 대응하고 자전거 보급의 일환으로 각 지자체를 중심으로 자전거 타기 운동, 자전거 주차시설의 확충에 힘쓰고 있는 실정이다[1]. 기존의 국내의 자전거 주차시설은 단순 거치대 방식이 대부분이고, 간단한 자물쇠로만 체결하는 방식이어서 도난에 매우 취약하므로 자전거 보급에 큰 걸림돌로 작용하고 있다. 한편, 자전거 수송 분담률이 15~40%에 이르는 일본, 서유럽 등은 기존 방식의 자전거 주차시설은 물론 자전거 자동관리 시스템도 널리 보급되어 있어, 사용자가 안심하고 자전거를 운행할 수 있는 여건이 비교적 잘 마련되어 있다고 볼 수 있다. 선진국들은 이미 자전거 주차시설이 널리 보급되어 있고, 사용자의 편리성을 추구하는 시스템 위주로 시장이 증대되고 있지만 국내에서는 기존 거치대 시장은 꾸준한 증가세에 있다 하더라도 활용빈도가 떨어지는 단점으로 새로운 자전거 주차시스템에 대한 요구가 증대되고 있는 실정이다. 이러한 새로운 시스템의 자전거 주차관리 시스템은 자전거 사용자 입장에서는 기존 거치대가 지닌 도난에 대한 무방비, 보관의 불편함을 걱정하지 않아도 되고, 지자체 등의 관리자 입장에서는 원격지에서 주차현황을 모니터링 할 수 있어 보다 효율적이고 원활한 자전거 보급 사업을 수행할 수 있게 된다. 이러한 새로운 자전거 주차 시스템에 대한 요구의 증대와 더불어 자동화된 자전거 주차시스템에 대한 연구들도 발표되고 있다. 이러한 연구의 초기에는 주로 자동차에 관련된 무인 주차시스템에 대한 연구로서, Jim 등[2]은 영상처리와 센서를 이용하여 실시간 환경 인식을 통한 무인 주차 시스템을 구현하였는데, 그 후 자전거 주차관리 시스템에 대해 USN(Ubiquitous Sensor Network) 기술이나 RFID(Radio Frequency Identification) 태그를 부착하고 이를 통하여 실시간으로 네트워크에 연결하여 자전거를 관리하는 연구들이 이루어져 왔다[3]-[4]. 이러한 연구는 계속되어, Kim 등[5]-[6]은 무인 자전거 주차 관리에 있어 900 Mhz의 한 대의 reader기로 여러 대의 자전거를 인식하여 하드웨어 비용을 절감하는 시스템이나, RFID 태그를 사용한 무인 자전거 스테이션과 모바일 어플리케이션이 결합된 시스템을 연구하였다. 또한, 주차시설 감지와 함께 자전거 도난 방지 등에 관한 연구도 이루어져 왔는데, Kim 등[7]은 이동 통신을 통하여 자전거에 부착된 GPS 관제 단말기로 위치 수신하고, 그 이동 경로를 GIS 연동 맵에 표시함으로써, 자전거 도난 및 고의 파손 등을 최소화시키는 연구를 하였으며, Baek 등[8]은 자전거 도난 방지와 관리를 위한 무선 네트워크를 이용한 임베디드 제어 모듈과 모바일 서비스 기반의 자전거 관리 시스템을 설계하였다. 위의 대부분의 연구들은 주로 무인 자전거 주차관리 또는 도난 방지 시스템에 대한 연구들이다. 본 논문의 목적은 첫째, 자전거 주차 현황 실시간 모니터링과 모듈 표시가 가능한 주차 기록 수집 및 통계가 가능한 시스템, 둘째, 기구학적 메카니즘을 이용하여 내구성과 보안

성이 뛰어나며 도난 방지 성능이 우수한 주차 잠금 장치 개발, 셋째, 주차 시스템의 상태 기록 및 디스플레이가 가능하며, 주차 기구부의 잠금 및 해제용 모터 제어와 더불어 비밀번호 관리 및 경보 기능을 겸비한 네트워크 기반 자전거 주차 제어 및 모니터링 시스템을 연구하는데 있다.

II. 본론

2-1 네트워크 기반 자전거 주차관리 및 모니터링 시스템 개략도

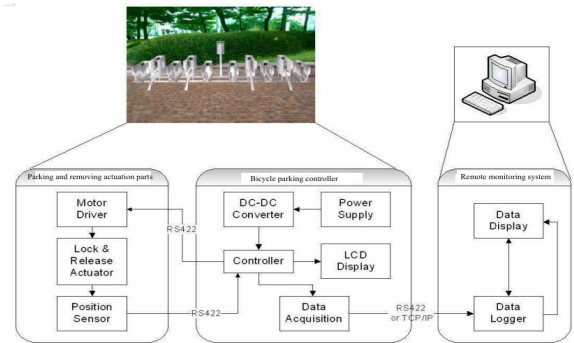


그림 1. 네트워크 기반 자전거 주차관리 및 모니터링 시스템 개략도
 Fig. 1. Schematic diagram for bicycle management and monitoring system based on networks

네트워크 기반 자전거 주차 제어 및 모니터링 시스템의 시스템 구성도는 Fig. 1에 나타난 바와 같다. Fig. 1에 포함된 사진의 예를 보면 알 수 있듯이, 자전거를 주차할 수 있는 거치대의 가운데 부근에 세로로 세워진 탑(tower)모양의 기구에 주차제어부와 주차 잠금 및 해제 구동부가 내재해 있고, 이렇게 주차된 자전거를 멀리 떨어진 곳에서도 원격 모니터링할 수 있도록 구성된다.

2-2 자전거 주차 제어기 개발

1) 제어부 설계 요구 사항

제어부의 설계 요구사항은 다음과 같이 설명될 수 있다. 첫째, 최소한의 전력 소모로 구동 가능하되, 기존의 자동화의 제품과 차별을 두어 내부의 배터리를 적용하여 주차거치대 부근에 다른 장치가 없어도 작동이 될 수 있게 설계하며, 배터리 방전을 방지를 위해 태양열 전지를 이용하여 맑은 날에 배터리의 충전이 가능하게 설계한다. 둘째, 자전거 주차시스템의 사용법의 간편화 문제로, 사용자의 이용 방법이 손쉽게 이용이 가능하고 복잡하게 이루어지지 않게 하는 것이다. 셋째, 자전거의 도난 방지 강화로서, 주차거치대의 본래의 목적인 도난방지를 위해 암호를 입력받아 암호의 일치 유무에 잠

금장치의 해지를 위해 암호의 메모리를 해킹의 방지를 위해 외부와 접촉이 어렵게 하여 도난을 방지하는 것이다. 넷째, 주차 후 자전거의 상태 확인 간편화 방법으로서 자전거 주차 후 멀리 떨어진 곳에서도 자신의 주차된 자전거의 유무를 확인 할 수 있게 설계하여 인터넷이 가능한 곳에서 웹상에서 자신의 주차된 것을 확인 할 수 있게 설계하여 이용자의 편의를 제공하는 것이다.

2) 제어부 시스템 구성

제어부 시스템 구성은 Fig. 2에 나타난 바와 같으며, 시스템 구성에 대한 설명은 다음과 같다.

- ① ATmega128을 기준으로 키패드(keypad)의 입력으로 외부의 회로를 구동하는 시스템
- ② RTC회로는 단독적으로 구동하여 ATmega128와 데이터 통신을 하는 시스템
- ③ LCD/블루투스(blue-tooth) UART 통신방식으로 외부와 통신 방식 채택
- ④모터 구동시 릴레이 작동하여 외부 배터리의 전력소모를 줄여주는 회로 설계 방식
- ⑤ 외부 스위치로 시스템의 활성화 모드 설정
- ⑥ 일정시간 경과후 sleep mode로 전환하여 외부 배터리 전력 소모를 줄여주는 소프트웨어적 방식 채택
- ⑦ 전원 OFF시 RTC회로구성으로 시간 구현 가능

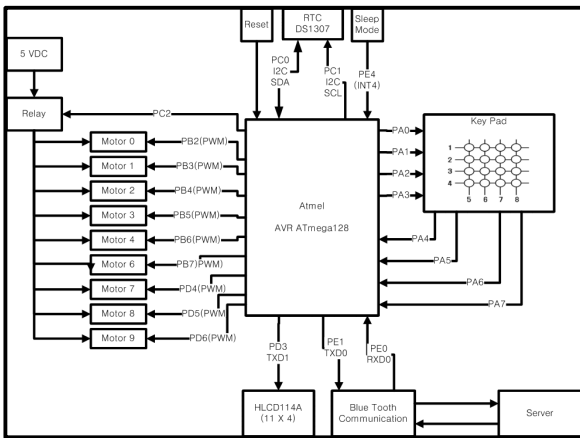


그림 2. 제어부 시스템 구성도
Fig. 2. Schematic diagram of components of control parts

3) 제어부 시스템 흐름 및 특징

제어부 시스템 흐름도는 Fig. 3에서 보여주고 있으며, 그 특징은 다음과 같다. 첫째, 사용자의 기준으로 제어부 시스템은 Fig. 3의 키패드의 입력으로부터 시작이 되고, LCD에서 확인하며, 데이터는 외부의 블루투스로 근거리에 있는 서버 컴퓨터로 데이터가 DB로 저장되어 웹상에서 확인 할 수 있는 시

스템을 구축 할 수 있게 된다. 둘째, 제어부와 서버 컴퓨터 간에 데이터로 실시간으로 자전거 주차상태 확인이 가능하다.

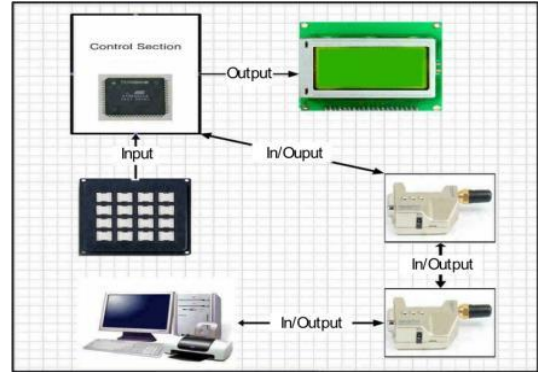


그림 3. 제어부 시스템 흐름도
Fig. 3. Flow chart of control parts

4) 제어부 회로 구성

Fig. 4는 제어부 각 회로 구성의 실제 보드 형상을 보여주고 있다.

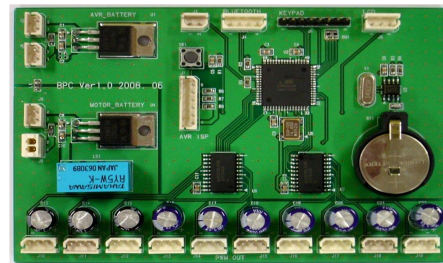


그림 4. 제어부 실제 보드 형상
Fig. 4. Real board shapes of control parts

① 제어부의 전원 회로 설계 :

제어부의 전원은 외부 입력을 두 개의 부분으로 두고, 모터(motor)쪽 전원은 릴레이로 제어하여 소모되는 전원을 줄이도록 하였다. Fig. 5~Fig. 8은 전원부의 각 회로 구성과 실제 보드 형상을 나타내고 있다.

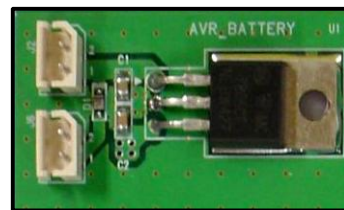


그림 5. 제어부 전원 공급 실제 보드
Fig. 5. Real board of power supply for control parts

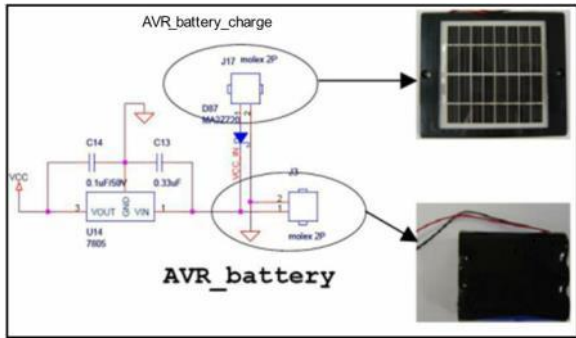


그림 6. 제어부 전원 공급 회로 설계
 Fig. 6. A circuit design of power supply for control parts



그림 7. 모터부 전원 공급 실제 보드
 Fig. 7. Real board of power supply for motor parts

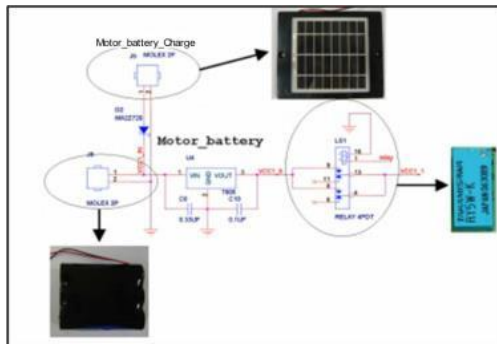


그림 8. 모터부 전원 공급 회로 설계
 Fig. 8. A circuit design of power supply for motor parts

② 제어부 회로 설계 :

Fig. 9~Fig. 11은 제어부 회로 설계, ATmega 128 내부 회로도 및 키패드 내부회로도를 보여주고 있으며, 각 회로 설계에 대한 설명은 다음과 같다.

(a) Sleep Mode에서 활성화 회로

일정시간이 경과후 절전 모드인 sleep mode로 전환되어, 외부에서 펄스가 들어오는 그때까지 전력소모가 최소가 된다. 또한, 외부의 케이스에 접점 스위치의 접점이 붙으면 내부의 +5V로 연결되어 펄스를 ATmega128로 흘러 들어가 회로가

활성화 되는 회로로 구성된다.

(b) RTC 회로 구성

RTC(Real Time Control)회로는 실시간 시간을 제어하는 회로로서, 전원 off시 보드 내부의 전선지로 DS1307의 전원을 공급하여, 카운트하여 전원 on시 카운트의 데이터를 ATmega128에 전송하여 시간을 감지한다.

(c) 키 패드 회로 구성

ATmega128의 포트 4를 출력으로 설정 후, 나머지 4포트를 키패드의 입력포트로 설정하여 각 포트의 출력이 입력포트로 연결될 때, 그 키를 인식하는 회로이다.

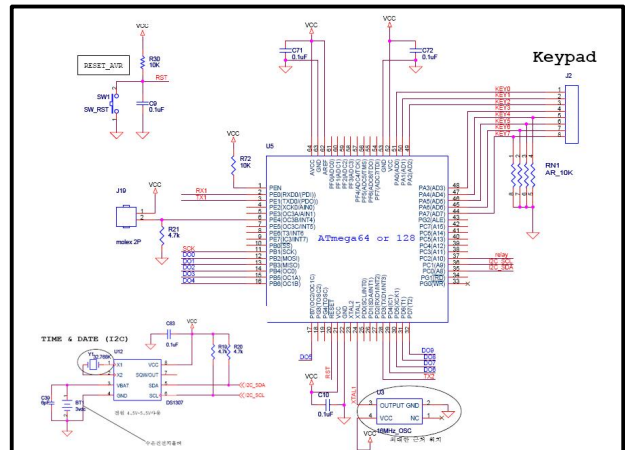


그림 9. 제어부 회로 설계
 Fig. 9. A circuit design of control parts

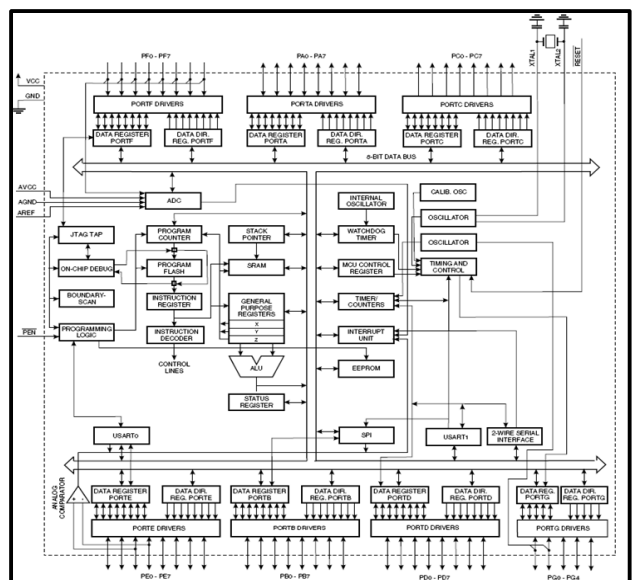


그림 10. ATmega 128의 내부 회로도
 Fig. 10. An interior circuit diagram of ATmega 128

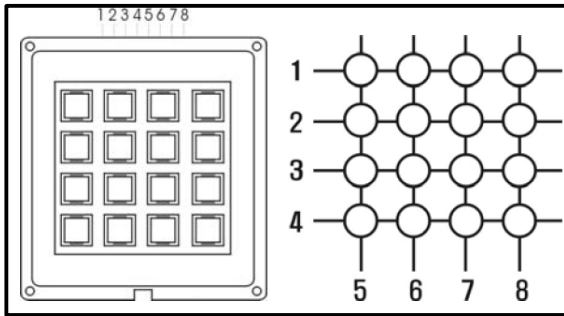


그림 11. 키패드의 내부 회로 구성
 Fig. 11. An interior circuit diagram of a keypad

③ 모터 회로 설계 :

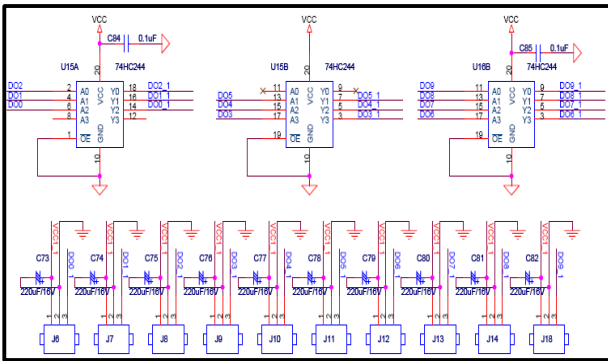


그림 12. 모터 제어 회로 설계
 Fig. 12. A circuit design of a motor control

Fig. 12는 모터 회로 설계를 나타낸 그림으로 이에 대한 상세한 설명은 다음과 같다.

(a) ESD(정전기방지) 회로 구성

모터의 작동시 또는 정지시, 외부의 환경요건으로 인해 ATmaga128으로 흘러들어 갈 수 있는 순간적 고전압의 영향으로 main chip의 손상을 방지하기 위해 각 채널에 대해 buffer를 두어, 그 역으로 흐를 수 있는 순간 고전압을 방지하는 회로를 구성된다.

(b) 순간적 모터 구동시 GND에 흐를 수 있는 전류 방지회로
 모터 구동시, 순간적으로 전류를 소모하는 현상이 발생할 때, 다른 회로에 영향을 주는 것을 방지하기 위해, 용량이 큰 capacity를 사용하여 순간적 전류 소모를 방지하는 회로를 구성된다.

(c) ATmaga128의 입력된 PWM파형 GND 문제

모터관련 전원과 제어부 전원의 분리로 인해 모터에 인가되는 PWM의 파형의 GND의 전위차를 발생을 줄이기 위해 모터 관련 GND와 제어부의 GND를 비드(bead)로 연결하여 전위차

발생을 줄여주는 회로로 구성된다.

④ LCD/블루투스 회로 설계 :

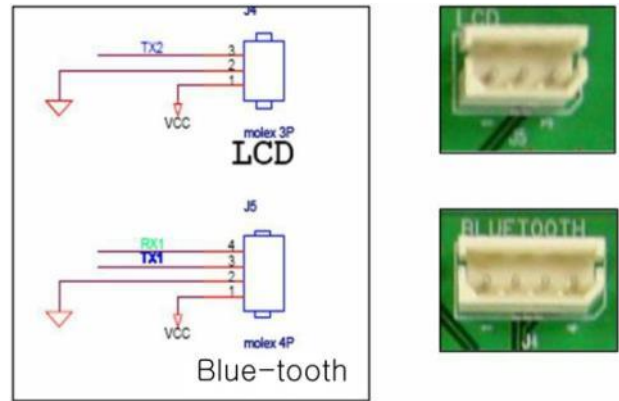


그림 13. LCD/블루투스 회로 설계
 Fig. 13. A circuit design of LCD and blue-tooth

Fig. 13과 Fig. 14는 LCD/블루투스의 회로와 실제 사진을 보여준다. LCD 회로에 대한 좀 더 세부적인 설명은 다음과 같다.

(a) UART 통신방식 display 방식

기존의 Port 제어 방식인 LCD를 UART방식으로 바꾸어 부족한 ATmaga128의 Port를 줄이는 방식이다.

(b) 단순 TX방식

데이터의 이동이 단순 TX로 RX의 포트를 줄인 단방향 통신 방식이다.



그림 14. 블루투스 사진
 Fig. 14. A photograph of a Blue-tooth(HPS-120)

블루투스의 회로에 대한 좀 더 세부적인 설명은 다음과 같다.

(a) 근거리 무선 통신 방식

서버 컴퓨터와 최대 1km의 거리를 두고 통신 가능한 데이터 통신 방식이다.

(b) 일대일 방식 채택

설정모드에서 블루투스의 일대일 방식을 설정하여 외부의 다른 기기에서 해킹우려를 미연에 방지할 수 있다.

(c) 데이터 통신 시 양방향 지원

데이터 단방향 입력 후 에러 체크 후 리턴(return) 통신이 되며, 데이터의 오류 측정을 위하여 양방향 데이터 통신이 가능한 방식이다.

2-3 제어부 시스템 흐름도 및 프로그램

본 논문에서 구성한 제어부 시스템 흐름 및 프로그램 체계도는 Fig. 15와 Fig. 16에 나타난 바와 같다. Fig. 15는 주차 시 프로그램 프로세스와 흐름도를 보여주고, Fig. 16은 출차 시 프로그램 프로세스와 흐름도를 나타낸다.

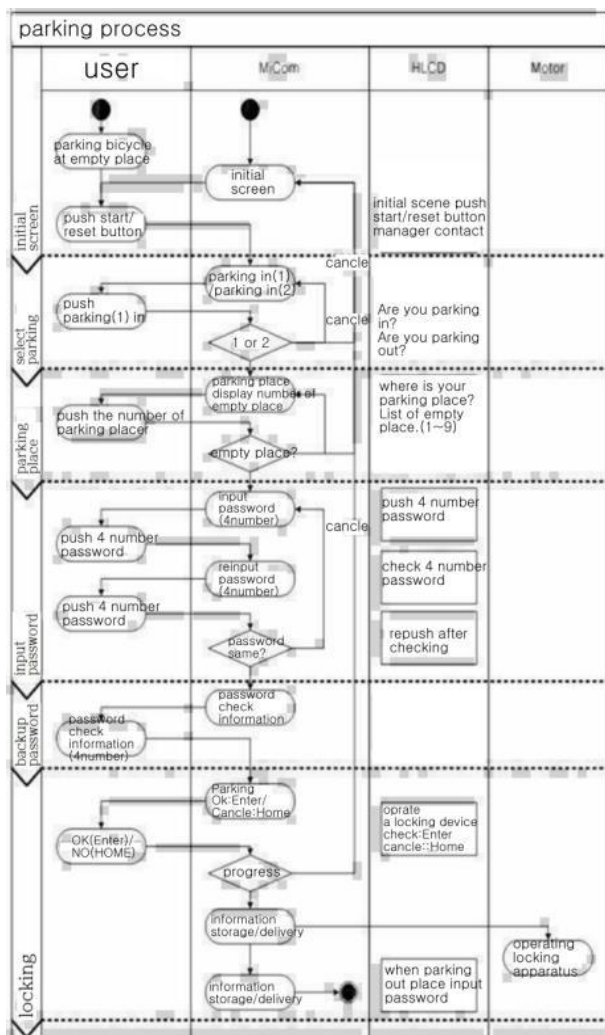


그림 15. 자전거 주차 시 시스템 프로그램 및 흐름도
Fig. 15. Flow chart and program for bicycle parking in

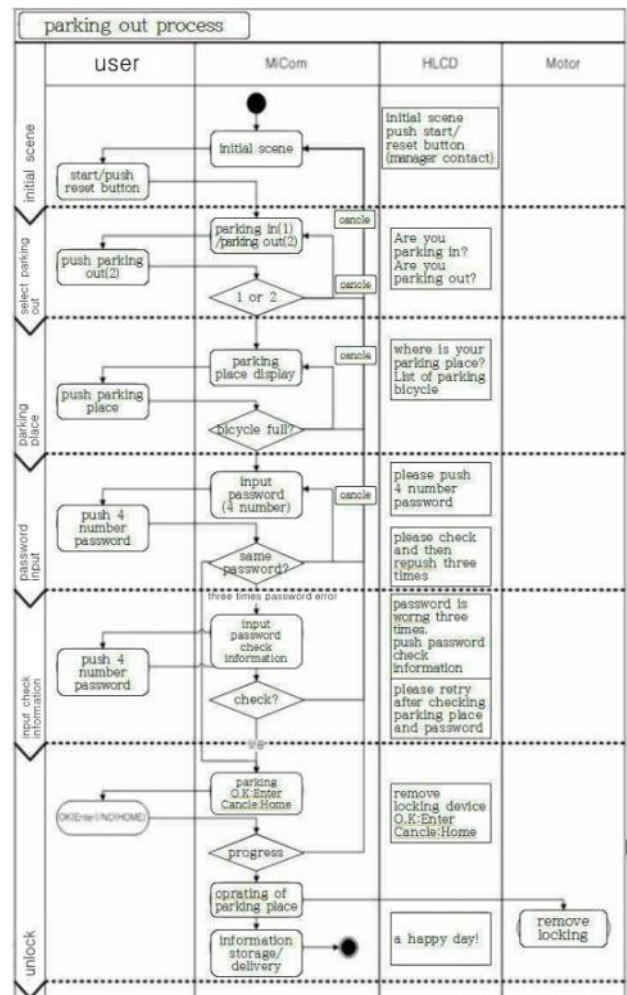


그림 16. 자전거 출차 시 시스템 프로그램 및 흐름도
Fig. 16. Flow chart and program for bicycle parking out

2-4 사용자 관련 GUI(Graphic User Interface) 프로그램



그림 17. 자전거 주차관리 시스템 초기 화면
Fig. 17. A Scene of bicycle parking management systems

1) 자전거 주차관리 시스템

Fig. 17은 자전거 주차관리 시스템의 초기 화면을 보여주고 있으며, 다음과 같은 특징을 지니고 있다.

① 블루투스 통신으로 획득된 정보를 data base화

무선통신으로 자전거주차시스템의 상태를 획득하고 그 결과를 관리자가 상태를 모니터링 한다.

② 자전거주차 전체 상태 확인

자전거 주차시스템의 전체 상태를 아이콘을 이용하여 일목요연하게 확인이 가능하다.

③ 원격 상태 확인

자전거 사용자가 외부에서 자전거의 보관 상태를 확인할 수 있는 원격상태 확인에 대해 사용자가 모니터링할 수 있다.



그림 18. 아이콘으로 표현된 자전거 주차현황 화면
Fig. 18. A bicycle parking scene expressed by icons

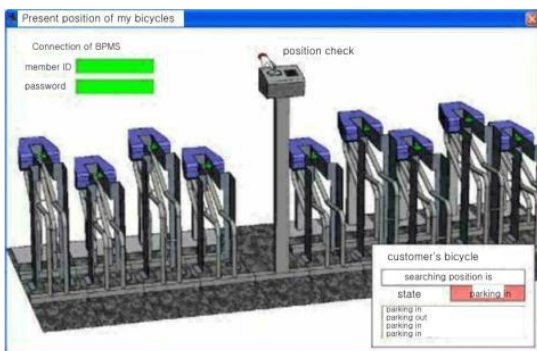


그림 19. 자전거 주차상태의 원격 확인 화면
Fig. 19. Remote identification scenes of bicycle parking state

Fig. 18과 Fig. 19는 각각 아이콘으로 처리된 자전거 주차현황 화면과 자전거 주차상태의 원격 확인 화면을 보여주고 있다.

2-5 자전거 거치대 잠금부 기구 해석통한 설계

자전거 거치대의 잠금부는 기구해석을 통해 설계 되었으며, Fig. 20은 잠금부 기구해석 3차원 모델을 나타내고, Fig. 21은 컴퓨터 기구해석을 통해 잠금부의 작동 시, 부품 간 간섭 유무를 판단할 수 있는 상태를 보여주고 있으며, 이를 통해 잠금부의 원활한 작동을 확인할 수 있었다.

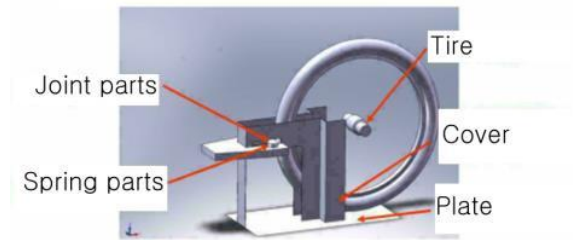


그림 20. 자전거 주차 잠금부의 3차원 모델링
Fig. 20. A 3-D modeling of locking parts for bicycle parking

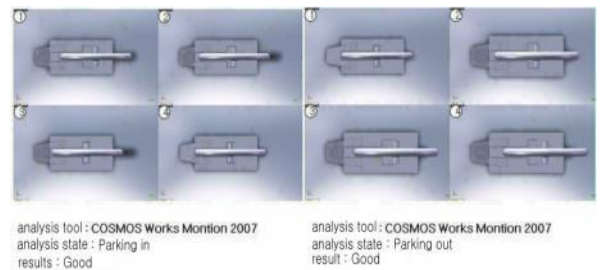


그림 21. 자전거 주차 잠금부의 기구학적 해석 결과
Fig. 21. Kinematic analysis results of locking parts for bicycle parking

III. 결 론

네트워크 기반의 주차 제어 및 모니터링 시스템을 개발하는데 있어, 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

첫째, 주차 현황 실시간 모니터링과 고장 주차기 및 모듈 표시가 가능하며 주차 기록 수집 및 통계가 가능한 원격 관리 및 모니터링 시스템을 개발하였다.

둘째, 컴퓨터 기구해석 설계와 블루투스를 이용한 원격 주차관리를 통해, 내구성과 보안성이 뛰어나며, 도난 방지 성능이 우수한 자전거 주차 잠금장치를 개발하였다.

셋째, 주차 시스템의 상태 기록 및 디스플레이가 가능하며 주차 기구부 잠금 및 해제용 모터의 제어와 더불어 비밀번호 관리 및 경보 기능을 겸비한 데이터 원격 전송 주차 제어 시스템을 개발하였다.

참고문헌

- [1] D. M. Won and K. H. Lee, "Analysis for Impact Perceived Neighborhood Environmental Factors on Resident's Satisfaction of Bicycle Use," *Journal of the Korea Academia-Industrial Cooperation Society*, Vol. 13, No. 10, pp. 4877-4883, 2012.
- [2] K. C. Jin, C. H. Chang, B. E. Kim and S. W. Kim, "Implementation of Auto-parking System," *Proceedings of the Institute of Electronics Engineers of Korea*, Vol. 16, No. 1, pp. 122-125, 1993.
- [3] S. Y. Yun, H. S. Kim and S. C. Park, "Design and Implementation of RFID/GPS-based Public Bicycle Location Management System," *Proceedings of KIIT Summer Conference*, pp. 219-222, 2010.
- [4] S. H. Chung, "A Study on the Improvement Alternatives using USN Technology of Bicycle and Infrastructures," *Journal of the Korea Society of Computer and Information*, Vol. 15, No. 8, pp. 173-179, 2010.
- [5] S. C. Kim, B. H. Jung, M. J. Sim, J. W. Park, G. W. Kim and I. J. Yoo, "An Implementation of Unmanned Bicycle Management System," *Proceedings of Symposium of the Korean Institute of Communications and Information Sciences*, pp. 1032-1033, June, 2011.
- [6] S. C. Kim, J. Y. Hwang, K. K. Kim, S. H. Jung, A. R. Kang, J. H. Won, S. H. Kim and J. W. Park, "An Implementation of RFID Bicycle Station Management System," *Proceedings of Symposium of the Korean Institute of Communications and Information Sciences*, pp. 1026-1027, June, 2011.
- [7] H. B. Lee, and S. H. Cho, "Development of a LBS-based Bicycle Monitoring System using GPS-CDMA modem Combined Terminals," *Journal of the Korea Society of Computer and Information*, Vol. 17, No. 8, pp. 41-50, 2017.
- [8] J. H. Baek, "A Study on Design and Implementation of Mobile Bicycle Anti-theft System using Wireless Network," *Journal Proceedings of the Korea Society of Computer Information Summer Conference*, pp. 345-347, July, 2013.



유봉조(Bong-Jo Ryu)

1981년 : 연세대학교 기계공학과 (공학사)
1983년 : 연세대학교 대학원 (공학석사)
1988년 : 연세대학교 대학원 (공학박사)
1989년~1989년: 삼성종합기술원
1991년~1992년: 일본 대관부립대학 객원교수

1989년~현 재: 한밭대학교 기계공학과 교수

※관심분야 : 구조물 진동해석, 제어, 추력을 받는 보 구조물의 탄성 안정성



김영식(Youngshik Kim)

2003년 : University of Utah대학원(공학석사)
2008년 : University of Utah대학원(공학박사)
2008년~2009년: University of Utah
2009년~2009년: 방위사업청
2009년~2011년: DGIST

2011년~현 재: 한밭대학교 기계공학과 교수

※관심분야 : 스마트액추에이터(smart actuator), 모션제어(motion control), 생체모방로봇(bio-inspired robot), 센서융합(sensor fusion) 등



신부현(Buhyun Shin)

2001년 : 서울대학교 기계항공공학부(공학사)
2007년 : 서울대학교 기계항공공학부 대학원
(공학박사)
2007년~2009년 : 삼성전자 반도체총괄 책임 연구원
2009년~2012년 : 서강대학교 기계공학과
BK21연구교수

2012년~현 재: 한밭대학교 기계공학과 교수

※관심분야 : 전자기 구동기(electromagnetic actuator), 스마트 구동기(smart actuator) 생체모방로봇(bio-inspired robot), 등



구경완(Kyung-Wan Koo)

1983년 : 충남대학교 전자공학과(공학사)
1992년 : 충남대학교 전자공학과 대학원(공학박사)
1987년~1989년 :현대전자 반도체연구소 선임연구원
1989년~1994년 : 충청전문대학 전자과 조교수
1994년~2005년 :영동대학교 전자정보공학부 부교수

2005년~현 재: 호서대학교 자동차 ICT공학과 교수

※관심분야 : 의용기기(medical apparatus), 생체신호센서(bio-signal sensor)