



## NFC 보안인증과 솔레노이드 밸브를 이용한 이륜차 이동제한장치 성능평가

### Performance Evaluation of Motorcycle's Anti-theft Device using NFC Authentication and Solenoid Valve

문보람\* · 진태석\*<sup>†</sup>  
Boram Moon and Taeseok Jin<sup>†</sup>

\*동서대학교 메카트로닉스공학과  
\*Department of Mechatronics Engineering, Dongseo University

#### 요 약

본 논문은 이륜차의 근원적인 도난방지를 위한 기존의 탈착방식의 기구적 열쇄방식을 개선하고 NFC(Near Field Communication) 접목하여 사용자 인증 및 개인화 서비스를 위한 이륜차 이동제한 및 정보·보안 시스템 개발 연구로서 모터사이클 운전자 편의성 및 보안성 요구 증대에 따른 근거리 무선통신 기술을 융합한 브레이크 장치의 이동제한 방법을 제시하였다. 제안 방법의 기본적인 원리 및 보안인증에 따른 이동장치의 구성 및 동작원리 등을 제시하였다. 본 연구에서는 모터사이클용 이동제한 및 정보·보안 시스템의 연동으로 원격에서 락/언락 기능을 수행하기 위한 솔레노이드 밸브 장착방법을 설계하였다. 사용자 휴대단말기의 인증으로 이동제한장치 해제를 위한 NFC 보안인증 방법을 설명하고 정지 상태에 자동 또는 수동으로 모터사이클 브레이크 유압흐름 제어하는 방법과 실험단계의 기구적 제작 결과를 제시하였다.

**키워드** : 근거리무선인식, 모터사이클, 이동제한, 암호화, 솔레노이드 밸브

#### Abstract

This paper proposes a method for the immobilization of motorbike brakes in conjunction with near-field communication (NFC) technology in order to meet the increasing demand for security and convenience of motorbike drivers. We thought about the concept of wireless key, NFC security devices and automatic solenoid valve for setting the lock and unlock module.

This paper propose the design and development of an innovative anti-theft alarm system for motorcycles using NFC smart devices based on RFID system, the basis of IoT and AES(advanced encryption standard) encryption Algorithm. The design concept is based on NFC communication strategy between the vehicle and owner. To do this concept, we designed motorcycle smart key system with general-purpose NFC system and the automatic solenoid valve for setting the lock and unlock module. First, we designed control unit and NFC card reader for motorcycle smart key system. Then we propose an AES encryption algorithm and prove that the motorcycle key system is controllable by showing the result of implementing and testing, after installing.

**Key Words** : NFC, Motorcycle, Anti-theft, Encryption, Solenoid valve.

Received: Jan. 18, 2016  
Revised : Feb. 16, 2016  
Accepted: Feb. 17, 2016  
<sup>†</sup>Corresponding author  
jjints@dongseo.ac.kr

## 1. 서 론

최근 연료 및 전기를 사용하는 모터사이클의 고급화에 따른 보안과 편의성을 위한 시스템이 자동차에 이어서 모터사이클에도 보급 및 확산되고 있는 반면에 국내 및 국외에서도 도난에 따른 피해 사례가 많이 발생되고 있다. 도난하는 방법은 핸들 록킹을 강제로 해제하고 차량에 실어서 이동하는 물리적 해제 및 이동식 도난을 하는 경우도 있는데 이동을 제한/방지하는 방법을 적용하여 도난을 근본적으로 차단하는 방법이 다양하게 제안되고 있다. 이러한 이륜차의 도난에 따른 모터사이클의 보안 장치 수요는 국내·외에서 꾸준히 증가하고 있으며, 관련 산업자동화 장치 및 로봇 시스템 제어장치 개발 경험을 기반으로 기업과의 협업 캡스톤디자인의 결과로 제안한 시스템 모듈 및 모바일 연동 시스템 개발에 따른 연구결과를 제시하고자 한다[1,2].

본 논문에서 제안한 보안장치와 이륜차의 이동제한을 위한 하드웨어 및 보안알고리즘을

본 논문은 2015년도 동서대학교 학술조성비 지원과 2015년 산학협력력 기술개발사업(No. C0273252)에서 지원하여 연구하였음.

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.

각각 설계 및 제작하였다. 우선 보안장치로서의 무선 키는 근거리 무선인식(NFC, Near Field Communication) 기술을 적용하였다. 적용한 물리적 자물쇠의 락/언락을 구현하기 위한 기술로서 최근 사물인터넷 기술의 하나로서 대두되고 있는 근거리 무선인식기술을 적용한 키리스 엔트리(keyless entry) 시스템을 장착하였다 [3,4].

이륜차의 보안인증 기능으로는 이용자가 NFC가 지원되는 휴대폰을 이륜차의 통신 리더기에 갖다 대면 무접촉 방식의 모바일 키로 응용이 가능하도록 하였다. 또한, 휴대폰의 보안 칩과 이륜차간 인증 사이클이 활성화되는 기술로도 응용이 가능하므로 이륜차는 개인화된 환영 메시지로 운전자를 맞이하고 사용자의 운전거리 및 위치정보 등과 같은 다양한 정보 서비스를 제공함으로써 불편함을 해소할 수 있도록 구현하였다[4].

## 2. 이동제한 시스템

그림 1은 보안인증과 물리적 이동제한 장치간의 상호관계를 나타낸 이동제한 시스템의 전체적인 구성도이다. 이륜차 이동제한 메카니즘 동작원리와 이륜차 Parking 상태에서 브레이크를 할 수 있는 장치를 모델링하고 시스템을 제작하도록 하였다. Parking Brake 장치와 연동이 가능한 전자 제어를 위한 RF(Radio Frequency) 및 LF(Low Frequency)무선통신 회로 및 마이크로 컨트롤러 기반 제어 회로를 설계 하여 실험을 수행하였다. Housing 설계 단계에서 도출된 PCB 사양을 기반으로 설계 및 제작을 수행하였다. 마이크 기반 제어 설계 기술 및 모듈별 디바이스 드라이버 구동을 위한 AVR 및 아두이노를 이용한 기본 제어동작으로 설계하였다 [5].

모터사이클이 Parking 상태에서 Front 또는 Rear Brake를 사용하여 바퀴가 돌아가는 것을 방지하기 위한 모터사이클 브레이크 유압 흐름을 제어하는 모듈을 설계하고 원격에서 제어를 위한 근거리 무선통신을 이용한 락(lock)/언락(unlock) 기능을 수행하도록 구현하였다.

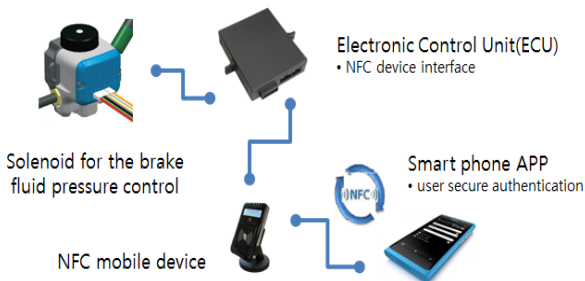


그림 1. 이동제한 시스템 구성도  
Fig. 1. Structure of anti-theft system

그림 2는 이륜차용 이동제한장치의 인증에 따른 제어기 구

동 흐름도를 제시하였다. 이륜차용 이동제한장치를 이용한 제어방법은 무선통신을 통해서 사용자인증신호를 사용자인증용제어기를 통해서 수신하여 수신된 인증 정보의 유효성을 판단하는 단계 수신된 인증정보가 유효 여부를 판단하게 된다. 제어부가 액추에이터제어회로부로 잠금 해제신호를 전송하는 단계, 액추에이터 제어 회로부 측에서 잠금 해제신호를 수신한 액추에이터가 브레이크 유압호스 라인의 유로를 개방하여 잠금 상태를 해제하는 단계, 잠금 상태가 해제되고 이동 및 구동되면, 저전력 상태로 진입하는 단계 및 수신된 인증정보가 유효하지 않을 경우 제어기는 잠금 상태를 유지하는 신호를 전송하여 잠금 상태를 유지하고 이동을 제한하는 단계로 각각 구성된다 [6].

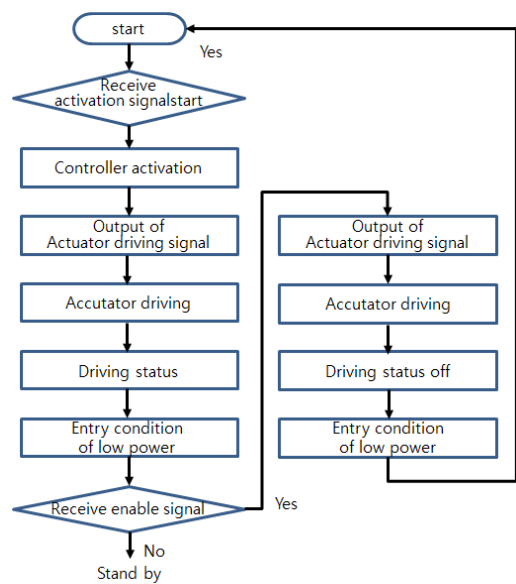


그림 2. 이동제한 장치의 동작흐름도  
Fig. 2. Control process of motorcycle

이동을 제한하는 단계는 NFC를 이용한 휴대용전자키를 통해서 수신된 인증정보가 유효하지 않을 경우 제어기는 액추에이터 제어회로부 측으로 잠금상태 유지신호를 전송하게 되고 액추에이터는 브레이크 유압라인의 오일의 흐름을 제한함으로써 브레이크 패드의 잠금을 유지하게 된다.

Anti-Theft Alarm 기능구현을 위하여 사용자가 모터사이클에 탑승(진동)하면 ECU는 사용자 요청 LF 데이터를 송신하게 되고 해당 RF를 수신하지 못하면 가속도 센서를 Enable하여 도난상황을 검출하도록 하였다. 가속도 센서의 3축 가속도 데이터를 분석하여 이동상황이 연속적으로 일정시간 이상 발생하면 도난상황으로 판단하고 사용자에게 알리고 일시적으로 나타나면 ECU STOP모드로 진입하게 되고 도난 알림 상황 중 등록된 ID의 LF 데이터를 송출하여 해당 RF 데이터가 수신되면 알람이 중지되고 원거리에서 등록된 ID RF 데이터만 수신되더라도 알람 해제되도록 구성하였다. 그림 3은 시스템의 기본 회로구성도를 보여주고 있다 [7, 8].

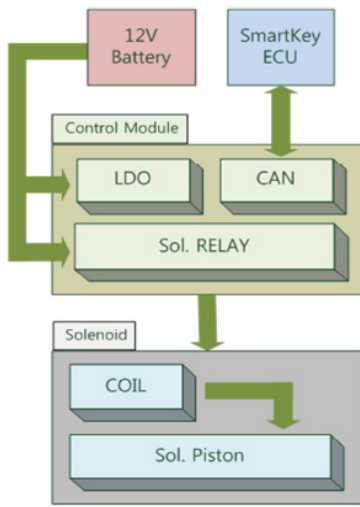


그림 3. 이륜차용 이동제한장치 및 제어 방법  
Fig. 3. Anti-movement device and controller for motorcycle

### 3. 근거리무선통신 인증

NFC는 그림 4에서 제시한 것과 같이 13.56MHz 대역 비접촉식 근거리 무선통신기술을 이용한 RFID의 일종으로서 모바일기기, 특히 스마트폰과의 융합을 통해 단말 간 데이터통신을 제공하고 기존의 비접촉식 스마트카드 및 RFID 와의 상호호환성을 갖고 있다. 이러한 NFC는 태그가 내장된 단말기를 active 모드로 작동할 수 있어 태그로서의 기능과 태그를 읽는 리더(reader), 태그를 입력하는 라이터 (writer)로 구성되고 두 단말(휴대폰과 이륜차의 제어기)의 안테나를 통하여 유도기전력을 기반으로 통신하는 기술로 각 단말의 전자기장의 생성 여부에 따라 수동 통신(passive communication)모드와 능동 통신(active communication) 모드를 활용한 3가지 형태의 동작모드로 통신을 할 수 있다[7,8].

Reader/Writer 모드는 외부의 정보읽기 동작을 위한 아날로그 특성과 아날로그 처리를 위한 디지털 프로토콜 그리고 R/W 모드에서 지원하는 4가지 태그의 동작절차 등으로 구성된다.

NFC 기기간 P2P 모드는 기기간 능동적 정보 송수신이 가능하여 아날로그 특성과 아날로그 처리를 위한 디지털 프로토콜, 그리고 P2P 통신을 위한 프로토콜과 메시지 규약, 레코드 타입, 다른 통신들과 연계하는 방법들로 구성된다.

Card Emulation 모드는 동작하기 위한 아날로그 특성과 아날로그 처리를 위한 디지털 프로토콜, 그리고 애플리케이션으로 구성된다.

이륜차의 무선 키 역할을 수행하는 스마트폰 NFC기반의 개인인증 및 보안용 무선통신은 RFID (Radio Frequency ID) 및 AES로 암호용 표준화가 되어있다.

이륜차의 이동제한 장치 무선키로 사용한 NFC에 적용된

암호표준은 AES(advanced encryption standard)을 적용하였다. 본 표준은 민감하지만 비밀로 분류되지는 않은 자료들에 대해 보안을 유지하기 위해 군사용으로 사용되었던 암호화 알고리즘이며 그에 따라 민간 부문의 상업 거래용으로서 사실상의 암호화 표준으로 널리 활용되고 있다 [9, 10].

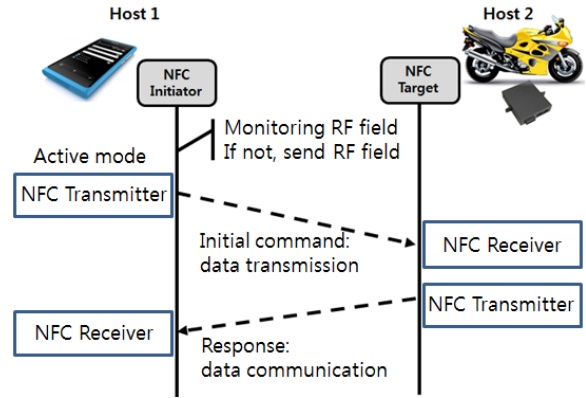


그림 4. NFC-이륜차 동작 프로세스  
Fig. 4. Activation process of NFC-motorcycle

### 4. 이동제한 모듈 제작 및 고찰

#### 4.1 제작과정

그림 5는 모터사이클 이동제한장치의 Feasibility Test를 위한 솔레노이드 밸브, 브레이크 레버 및 패드로 구성된 시스템을 보여주고 있다. 제작에 따른 동작검증을 위하여 구체화설계에 앞서 개발방향에 대한 실제 실험환경구성을 통하여 동작여부를 확인하였다.

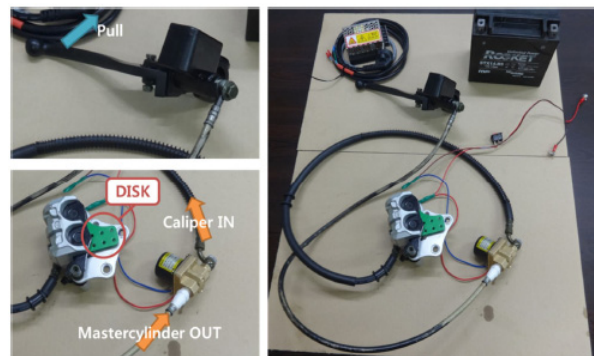
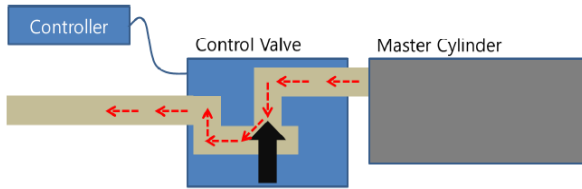


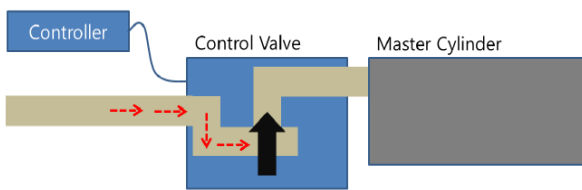
그림 5. 이륜차 이동제한 장치 모듈  
Fig. 5. Module of anti-theft system

우선, 제작과정에 있어서 솔레노이드 밸브는 배터리와 같은 전원에 연결했을 때 기계적인 운동을 일으키는 장치로서 이륜차의 브레이크 유압 움직임을 밸브로 조정할 수 있는 특성을 가지고 있다. 따라서 브레이크 라인(유압호스)의 중간부분에 솔레노이드 연결을 위하여 호스 절단이 어려울 것으로

판단되어 정밀 절단 및 제작과정이 필요하였고, 또한 마스터 실린더 측에서 솔레노이드 밸브 입력측의 호스라인의 길이를 짧게 하고 연결을 위한 호스 및 밸브의 직경을 맞추도록 제작하였다.



(a) 솔레노이드 언락(unlock) 상태



(b) 솔레노이드 락(lock) 상태

그림 6. 솔레노이드의 락/언락 상태

Fig. 6. Lock/Unlock of solenoid

그림 6(a)는 브레이크 레버를 당기지 않은 상태에 따른 솔레노이드의 유압흐름 유지상태를 보여주고 있다. 여기서 이동제한장치의 액추에이터가 개방된 상태에서와 같이 브레이크 장치의 마스터실린더가 브레이크 작동방향으로 이동하면 이에 따른 브레이크 오일이 브레이크 제동장치 측으로 이동하면서 이에 따른 압력이 파스칼의 원리에 따라서 브레이크 캘리퍼 모듈내의 브레이크 패드와 연결된 피스톤을 가압하여 브레이크패드가 브레이크 디스크와 접촉하여 제동하게 된다. 또한, 상기 이동제한장치의 액추에이터가 개방된 상태에서 브레이크 해제 상황 즉, 마스터 실린더 내의 피스톤이 복귀하면서, 브레이크로 전달된 오일이 마스터 실린더 측으로 복귀하면서 마스터 실린더 내 압력이 브레이크 레버를 잡기 전 압력으로 복귀하게 되고 이에 따라 브레이크 패드와 브레이크 디스크가 이격되게 된다.

그림 6(b)는 브레이크 레버를 릴리스 상태에 대한 솔레노이드의 동작을 보여주고 있다. 이동제한장치의 액추에이터가 닫힌 상태, 즉 오일의 유로를 차단한 상태로 유지하게 되므로 브레이크로 전달된 오일이 마스터 실린더 측으로 복귀하지 못해 제동상태 또는 제동력을 유지할 수 있다. 따라서 브레이크 제동시 브레이크로 전달된 압력에 비례하여 강한 제동상태 또는 약한 제동상태를 유지할 수 있게 된다.

#### 4.2 실차 테스트

그림 7은 완성된 시험 제품을 이용하여 실차 테스트를 위한 장착 및 시연을 나타낸 모습을 보여주고 있다.



그림 7. 성능 시험 및 실차 Test

Fig. 7. Performance Test and vehicle test

이륜차 제동장치의 상시 동작 유지 되도록 솔레노이드에 인가되는 외부전원(12V)을 계속 인가하기 위해서는 자체 배터리를 사용하기 보다는 제어장치의 래치기능을 추가한 회로를 개선할 필요성 판단되어 계속적인 신뢰성 향상을 위한 시스템 개선을 추가적으로 실시하고 한다.

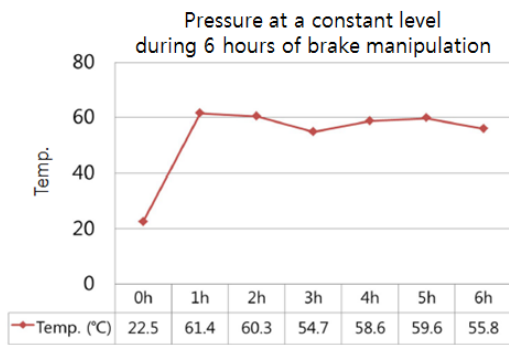
성능 테스트를 위하여 브레이크 당김 상태에서 바퀴의 회전 여부를 확인하기 위한 솔레노이드의 온도상태로 파악할 수 있으므로 관련한 실험결과를 그림 8에 각각 제시하였다.

그림 8(a)에서 브레이크 레버를 당긴 상태에서 6시간동안의 압력변화가 일정하게 유지되므로 인하여 이륜차의 락이 풀리지 않고 체결되는 것을 알 수 있었다. 또한, 그림 8(b)는 릴레이 제어를 통하여 1시간(140211) 및 2시간((140212) 단위로 on/off에 따른 내부 압력차이가 일정하게 명확하게 구분되는 것을 관찰할 수 있었다.

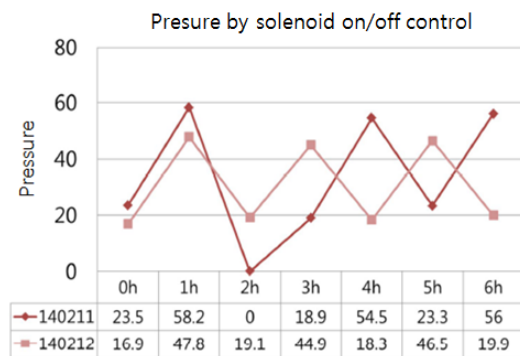
## 5. 결론

본 논문에서는 이륜차의 근원적인 도난방지를 위한 기존의 탈착방식의 기구적 열쇠방식을 개선하기 위한 NFC기반의 사용자 인증을 할 수 있는 무선 키를 이용한 이륜차의 이동제한 시스템을 제안하였다.

기술 구현을 위하여 모터사이클용 이동제한 장치로는 브레이크와 패드 사이의 유압흐름 제어기를 설계 및 제작하였다. 이동제한장치 해제를 위한 암호화 프로그램 적용과 이륜차의 정지 상태에 자동 또는 수동으로 모터사이클 브레이크 유압흐름 제어하는 메카니즘을 소개하였고, 보안장치와 이륜차의 이동제한을 위한 하드웨어 및 보안알고리즘을 각각 설계 및 제작하였고, 보안장치로서의 무선 키는 근거리 무선인식(NFC, Near Field Communication) 기술을 적용한 키리스 엔트리(keyless entry) 시스템을 장착 및 테스트 결과를 제시하였다.



(a) 솔레노이드 온도변화



(b) 솔레노이드 압력변화

그림 8. 솔레노이드 온도 및 압력테스트  
Fig. 8. Temperature and pressure test of solenoid

References

[1] W. Rhodes, and R. Kling, "Evaluation of the Effectiveness of Automobile Parts Marking and Anti-Theft Devices on Preventing Theft," *Abt Associates, Inc*, September 2003.

[2] K Lemke, A.R. Sadeghi, and C Stüble. "An Open Approach for Designing Secure Electronic Immobilizers," *Horst Görtz Institute, Ruhr- Universität Bochum*, pp.230-242, Germany 2005.

[3] D.Y. Im, H.R. Cha, I.H. Oh, and C.S.Kang, "Development of Valve Controller using Wireless Communication," *Proceeding of korean Institute of Intelligent Systems*, vol. 19, no. 2, pp. 271-272, 2009.

[4] Daco D&S, *Market trend and forecase, JinhaMNB*, pp.338, 2008.

[5] Y.I. Choi, "Development of Digital Menu Plate linking with POS System using NFC installed Smart Phone," *Proceeding of korean Institute of Intelligent Systems*, vol. 24, no. 1, pp. 147-148, 2014.

[6] I.Y.Shi, and Y.H. Joo, "Multiple Moving Objects

Detection and Tracking Algorithm for Intelligent Surveillance System," *Journal of korean Institute of Intelligent Systems*, vol. 22, no. 6, pp. 741-747, 2012.

[7] NFC Forum, "What is NFC?", Available: <http://www.nfc-forum.org/aboutnfc>, 2016, [Accessed: Jan. 11, 2016].

[8] Zigbee Alliance, "Understanding ZigBee", Available: [www.zigbee.org/About/UnderstandingZigBee.aspx](http://www.zigbee.org/About/UnderstandingZigBee.aspx), 2016, [Accessed: Jan. 25, 2016].

[9] J.S. Kim, "Hierarchical Private Credit Assessments based on FCM Inference," *Proceeding of korean Institute of Intelligent Systems*, vol. 22, no. 1, pp. 285-288, 2012.

[10] S. Kasuya, T. Taniguchi, K. Tsukamoto, M. Hayabuchi, M. Nishida, and A. Suzuki, "AISIN AW New High Torque Capacity Six-Speed Automatic Transmission for FWD Vehicles," *Aisin AW Co., Ltd. SAE International* 2005.

저 자 소 개



문보람(Boram Moon)

2012년 : 동서대학교 메카트로닉스공학과 입학  
2010년~현재 : 동서대학교 메카트로닉스공학과 재학

관심분야 : Multi-rotor control, Sensor Application  
Phone : +82-51-320-1778  
E-mail : mbr6520@naver.com



진태석(Taeseok Jin)

1998년 : 진주산업대학교 전자공학과 공학과  
2000년 : 부산대학교 대학원 전자공학과 공학석사  
2003년 : 부산대학교 대학원 전자공학과 공학박사

2007년~현재 : 한국지능시스템학회 이사

관심분야 : Sensor Fusion, Mobile Robot, Intelligent System  
Phone : +82-51-320-1541  
E-mail : jints@dongseo.ac.kr