

프로테우스 VSM을 이용한 자전거 운전자 안전을 위한 자동 방향 표시 시스템 검증

유재덕* · 강희훈**

Verification of an automatic turn signal system for a bicyclist safety using Proteus VSM simulation

Jae-Duck Yoo* · Hee-Hoon Kang**

요 약

자전거는 자동차와 고속 이동하는 차량과 도로를 공유하며 운행 시 면허가 필요하지 않는 차량이다. 특히 일몰 후, 자전거에서 부적절한 차선 변경과 같은 경고가 없는 운행 변경으로 인해서, 사고를 발생할 수 있다. 이러한 사고 방지를 위해서 본 논문에서는 자동차에 적용되고 있는 안전 방향 표시 시스템을 자전거에 적용하고 이를 프로테우스 VSM 가상실험에 대한 적용으로 검증한다.

ABSTRACT

Bicycles share the road where high speed cars run and driving license is essential to bicyclist. After sunset, accidents can be occurred due to changing one line to another line in a road inadequately and bicycle driving route changing without an alarm. In this paper, we apply the same system as an automatic signal lights system to prevent the accidents for bicyclist safety. Then, we verify it using proteus VSM simulation.

키워드

LED(Light Emission Diode), AVR Microcontroller, ATmega32A, Bicyclist Safety, An Automatic Turn Signal System

1. 서 론

도로교통법에서 자전거는 ‘차’로 정의되어 있어 그에 해당하는 안전이 고려되어야 한다. 2010~2012년 사이에 자전거 교통사고는 총 36,288건이 발생하여 전체 교통사고의 5.4%를 차지하였고 이로 인해 861명이 사망하고 36,926명이 부상을 당하였다. 자전거 사고를 좀 더 세부적으로 분석해보면, 자동차 교통사고 사망자의 경우 가을철 외에는 봄, 여름, 겨울철이 크게 차이가 나지 않지만, 자전거 사망자의 경우 날씨가 풀리

는 2월부터 서서히 증가하기 시작하여 봄철인 4월(9.2%), 여름철인 6월(10.2%), 가을철인 10월(11.8%)에 크게 증가하는 것으로 분석되었다[1-3].

우리나라 교통사고 발생은 2012년도에 잠시 증가했으나, 2009년부터 2013년(2013년은 잠정통계기준)까지 최근 5년간 감소추세를 이어가고 있다. 하지만 자전거 교통사고 발생은 노인교통사고, 여성운전자 교통사고, 이륜차 교통사고와 함께 지속적으로 증가하는 추세를 보이고 있다[1]. 유아기 성장과정에서 세발자전거를 타는 것은 하나의 놀이였다. 때문에 성인이 되어서도 자

* 국민안전처 특수재난실 특수재난지원관실 (yjd0321@korea.kr)

** 교신저자(Corresponding author): 여주대학교 전자과(kanghehn@daum.net)

접수일자 : 2015. 04. 21

심사(수정)일자 : 2015. 05. 13

게재확정일자 : 2015. 05. 23

전거는 ‘차’라는 인식이 부족하여 교통법규를 잘 지키지 않는 것이 다반사이고, 이러한 잘못된 인식으로 인해 공원이나 집 주변 및 이면도로와 같은 생활공간에서 자전거를 운행하다 교통사고가 발생하는 등 자전거 교통사고가 날로 증가하고 있다. 자전거 교통사고는 그 어떤 교통사고보다도 위험하다. 왜냐하면 자전거는 두 바퀴로 달리기 때문에 그만큼 안전성이 낮고, 또 작은 충격에도 곧바로 인체에 충격이 가해지기 때문이다. 이러한 자전거 사고를 줄이기 위해서 자전거 후방에 자전거의 운행을 나타낼 수 있도록 자동차에 적용되고 있는 표시 시스템을 적용하여 설계하고 이를 프 로테우스 VSM 가상실험을 이용하여 검증한다.

II. 자전거 자동 안전 경고 시스템

2.1 요구사항과 규격

시장성을 위해서 장비의 무게는 가벼워야 하며, 자전거 운전자들에게 적절한 편의성과 좋은 성능을 제공하여야 한다. 또한 설치와 사용이 용이하여야 하고 안전하여야 한다.

2.2 기능

자전거 자동 안전 표시 시스템은 사용자의 방향 입력을 받아들여 표시한다. 그림 1은 사용자가 경로를 변경하거나 정지하고자 할 때를 결정한다. 사용자가 입력을 초기화하고 난 후, 시스템은 방향 표시등이나 적색 후미등을 각각 또는 동시에 출력한다. 백색전조 등 입력은 야간 운전 시 전조등과 적색등을 점등하거나 소등한다. 방향 입력은 사용자가 핸들을 조작할 때 시스템에 입력되는 신호이다. 또한, 정지 입력은 속도를 줄이거나 정지 시 입력되는 신호이다. 그 외 전원부로 구성된다.

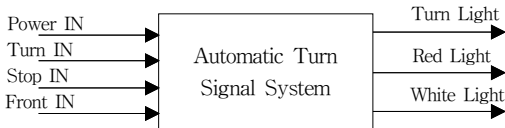


그림 1. 자전거 자동 후방 표시등의 시스템 블록도
Fig. 1 A block diagram of a automatic rear light system

III. 자동 안전 표시 시스템

3.1 시스템 기능 블록

자전거 안전 방향 표시 시스템은 표1과 같이 기능을 정리할 수 있다.

표 1. 자동 방향 표시등 기능
Table 1. A functions of automatic signal light system

Function	Automatic Turn Signal System
Inputs	Power IN : Charging Battery Turn IN : User Handle Operation Stop IN : Brake Operation Front IN : Selection of White or Red
Outputs	Turn Light : Handle Turn Signal Light Red Rear Light : Red Light Brightness White Front Light : Front & Rear Light Operation
Module	<ul style="list-style-type: none"> - An user press some turn button and the turn light is ON automatically, over handle operation, the turn light is OFF automatically. - Switch & buttons turn off or on front and rear lights. - The brightness of front & rear light in dimming is duty ratio 20% and 60%, 90%.

그림 2는 자동 방향 표시 시스템의 기능 블록을 나타낸다.

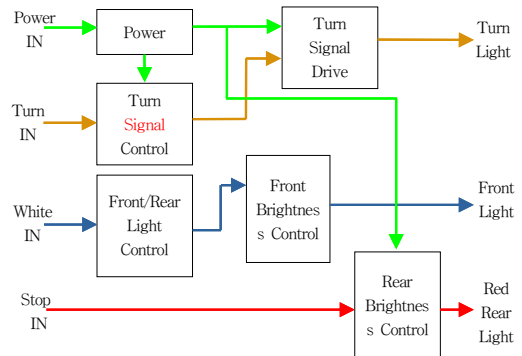


그림 2. 자동 방향 표시 시스템의 기능 블록
Fig. 2 A function block of a automatic turn signal system

3.3 시스템 기능별 설계

자동 방향 표시 시스템의 하드웨어는 AVR 마이크로 컨트롤러 ATmega328p를 사용한다[4]. 그림3에 하드웨어 구성을 위한 블록도를 나타낸다.

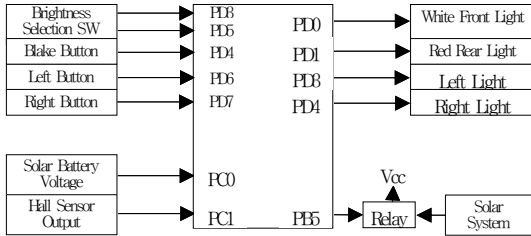


그림 3. 자동 방향 표시 시스템 하드웨어 블록도
Fig. 3 A hardware block of a automatic turn signal system

3.3.1 공급 전원

자동 안전 방향 표시 시스템의 공급전원의 전압은 5[V]를 사용한다.

3.3.2 회전 센서

홀-효과 센서는 자계를 검출하고 센서는 자계의 변화량을 따라 전압을 출력한다. 그러나 실험에서는 그림 4와 같이 구성하여 실험결과를 확인한다. 홀-효과 센서는 자계를 검출하고 자계의 변화량을 따라 전압의 변화를 출력한다. 방향표시 버튼을 누른 후 방향 표시등이 점등되고 회전방향을 완료하게 되면 방향표시등이 자동으로 소등시킨다. 홀-효과 센서 IC(Integrated Circuit)는 일반적으로 출력 포화전력이 최대 1[V] 미만이다[5-6].

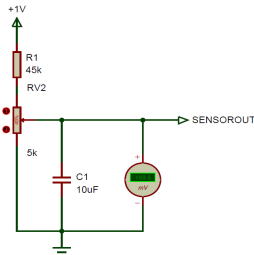


그림 4. 핸들의 회전을 감지하기 위한 홀-효과 센서 출력전압 모델링
Fig. 4 Modeling output voltage of hall-effect sensor to detect handle turn

프로테우스 VSM 가상실험에서는 가변저항을 사용하여 핸들의 회전에 대한 홀-효과 센서의 전압을 모델링한다[7]. 최대 1[V]로 자기장이 최대가 될 때로 하며 핸들의 회전으로 자기장이 감소하는데 이때 최대 핸들 회전방향의 기준 전압으로 40[mV]를 설정한다. 핸들의 회전에 대한 모델링으로 그림 4에 홀-효과 센서의 출력을 가변저항으로 모델링한 것을 나타낸다.

3.3.3 출력 표시등

출력표시등은 방향 표시등, 전조등, 제동표시등으로 구성된다. 방향 표시등은 회전 방향을 표시한다. 적색 후미등(Red Rear Light)은 체동기(Blake)가 작동하고 있음을 나타낸다. 백색전조등(White Front Light)은 전방에 조사하여 앞서가는 자동차 등에 자전거의 알림과 어둠을 밝히는 기능을 한다. 이 출력 표시등들은 LED(Light Emission Diode)를 사용하며 스위치나 버튼이 눌렀거나 홀-효과 센서의 상태에 따라서 작동한다.

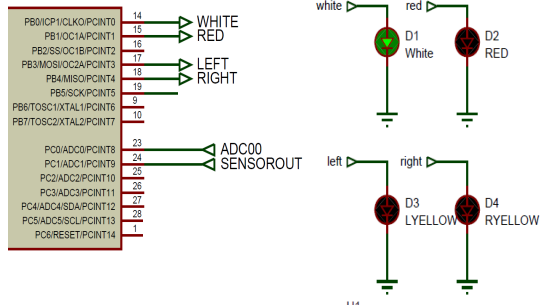


그림 5. 출력 표시등 모델링
Fig. 5 Modeling of output signal light

3.3.4 스위치와 버튼 입력

자동 방향 표시 시스템에는 다수의 스위치나 버튼이 사용된다. 제동기를 동작시키기 위해서 2개의 스위치가 필요한데 적색과 백색 표시등을 점등 또는 소등시키기 위한 버튼과 제동기 동작을 표시하는 적색등 버튼이다.

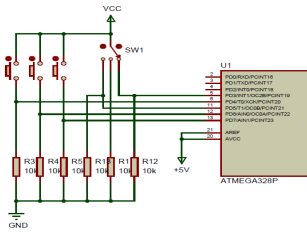


그림 6. 입력 스위치와 버튼 가상실험 회로
Fig. 6 A simulation circuit about switch and button Inputs

또한 방향을 표시하기 위해서 좌측과 우측 방향 입력 스위치가 각각 하나씩 사용된다.

3.3.5 태양광 충전 시스템

안전을 위한 안전 방향표시 시스템은 충전 시스템의 배터리로 구동시킨다. 전원 전압을 감시하여 일정 전압 이하로 강하가 되면 충전이 되도록 구현한다.

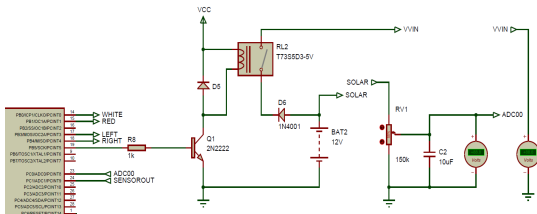


그림 7. 전원공급용 태양광 충전 시스템 시뮬레이션 회로
Fig. 7 A simulation circuit of solar cell system for supplying power

3.3.6 자동 방향 표시 시스템의 동작표

표 2는 제안한 자동 안전 방향 표시 시스템의 전체 동작을 나타내는 진리표이다.

표 2. 전체 진리표
Table 2. Whole truth table

3-RO T SW (OFF)	3-RO T SW (Dim ming1)	3-RO T SW (Dim ming2)	Left Turn Button	Right Turn Button	Blake Button
1	0	0	0	0	0
1	0	0	1	0	0
1	0	0	0	1	0

1	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	1
0	1	0	0	0	0
0	1	0	1	0	0
0	1	0	0	1	0
0	1	0	0	0	0
0	1	0	0	0	1
0	0	1	0	0	0
0	0	1	1	0	0
0	0	1	0	1	0
0	0	1	0	0	0
0	0	1	0	0	1

Hall Sensor	Left Light	Right Light	Red Rear Light	Red Blake Light	White Front Light
1	0	0	0	0	0
0	1	0	0	0	0
0	0	1	0	0	0
0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	1	0
1	0	0	0	0	1
0	1	0	0	0	1
0	0	1	0	0	1
0	0	0	0	0	1
1	0	0	0	1	1
1	0	0	0	0	1
0	1	0	0	0	1
0	0	1	0	0	1
0	0	0	0	0	1
1	0	0	0	1	1

IV. 소프트웨어 구현

ATmega328p 마이크로컨트롤러로 설계된 자동 방향 표시 시스템은 C언어로 구현된다. 컴파일러는 Atmel Studio 6을 사용한다.

4.1 메인 함수

메인함수는 타이머를 초기화하고 인터럽트를 In-able한다. PORTC.1은 홀-효과 출력 상태를 검사

하기 위해서 초기화하고 플래그를 클리어(Clear) 시키거나 셋(Set)시킨다.

4.2 슬립 모드

어떠한 인터럽트도 없거나 스위치가 OFF 상태일 때 마이크로컨트롤러가 전력소비를 줄이기 위한 모드이다. 어떤 핀이든 변화가 발생하면 슬립모드에서 탈피한다.

4.3 밝기 조절 선택 스위치

표시등 밝기 조절 선택 스위치 기능은 OFF상태, 디밍1(Dimming1)상태, 디밍2(Dimming2)상태를 구현한다. 디밍 1상태는 전조등의 듀티비(Duty Ratio)는 60%이고 제동등의 듀티비는 20%로 한다. 디밍 2상태는 전조등의 듀티비는 90%이고 제동등의 듀티비는 20%로 한다.

4.4 디밍

디밍 함수에서 듀티비의 생성이 용이한 방법으로 타이머2 인터럽트에서 주기당 100계수하는 방법이다. 예를 들어 듀티비가 20이면 100계수 주기당 20계수만 하면 된다. 이 듀티비는 핀 변화 인터럽트에 설정된다.

4.5 방향 표시등

타이머0 인터럽트에서 듀티비는 50[%]로 설정한다. 운전자가 좌측 버튼이나 우측 버튼을 누를 때, 인터럽트를 트리거 하고 해당 표시등이 점등된다.

4.6 핀 변화 인터럽트

이 인터럽트는 눌린 버튼, 스위치 위치와 홀 효과 센서의 상태에 따라서 표시등을 점등시키거나 소등시킬 때를 제어한다.

V. 가상실험 결과

그림 8에서 그림 11은 기능에서 언급한 밝기 조절의 경우, 백색 전조등과 적색 후미등에 대해서, 디밍 1과 디밍2가 완벽하게 이루어지고 있음을 나타낸다.

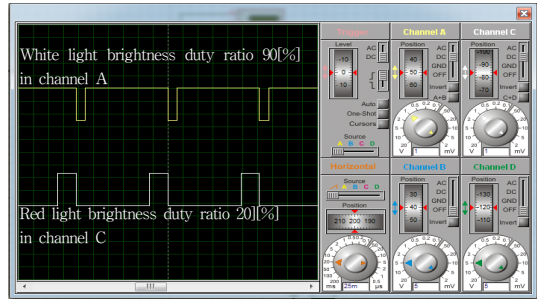


그림 8. 브레이크가 눌리지 않았을 때, 백색전조등 밝기 변화 듀티비 90% 파형, 적색 후미등의 밝기 변화 듀티비 20% 파형

Fig. 8 Front white light waveform with duty ratio 90%, rear red light waveform with duty ratio 20% when the brake switch is not pressed

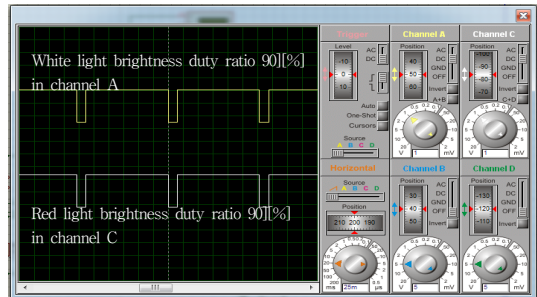


그림 9. 브레이크가 눌렸을 때, 백색전조등 밝기 변화 듀티비 90% 파형, 적색 후미등의 밝기 변화 듀티비 20% 파형

Fig. 9 Front white light waveform with duty ratio 90%, rear red light waveform with duty ratio 20% when the brake switch is pressed

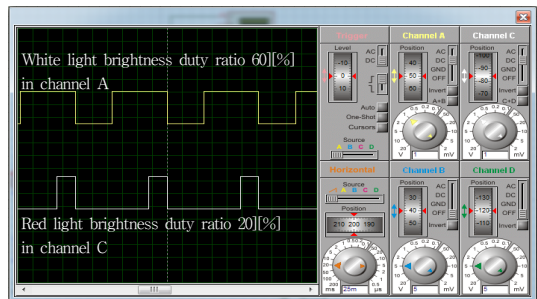


그림 10. 브레이크가 눌리지 않았을 때 백색전조등 밝기 변화 듀티비 60%, 적색 후미등의 밝기 변화 듀티비 20%

Fig. 10 Front white light waveform with duty ratio 60%, rear red light waveform with duty ratio 20% when the brake switch is not pressed

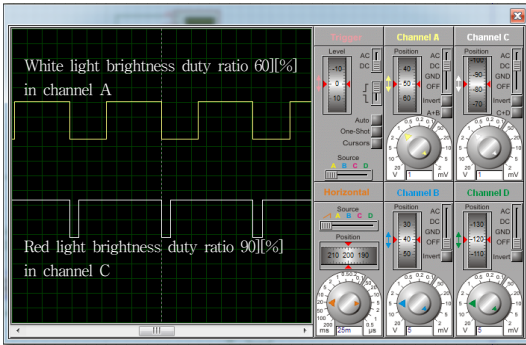


그림 11. 브레이크가 눌렸을 때 백색전조등 밝기 변화 듀티비 60%, 적색 후미등의 밝기 변화 듀티비 20%
 Fig. 11 Front white light waveform with duty ratio 60%, rear red light waveform with duty ratio 20% when the brake switch is pressed

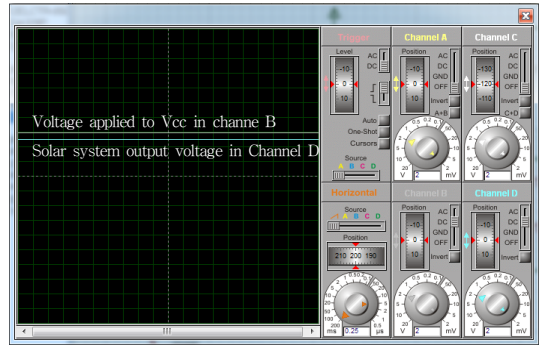


그림 14. 태양광 충전 시스템의 비충전 모드
 Fig. 14 Solar system in non-charging mode

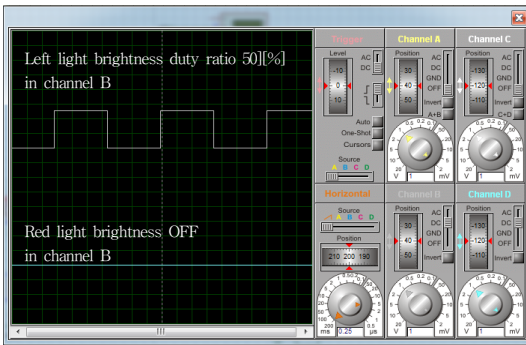


그림 12. 좌측 표시등 파형 듀티비 50%
 Fig. 12 Rear left light operation in duty ratio 50%

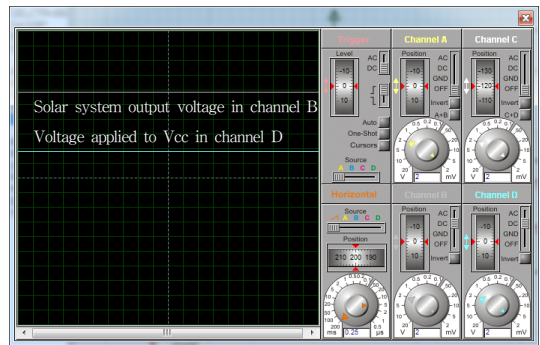


그림 15. 태양광 충전 시스템:충전 모드
 Fig. 15 Solar system in charging mode

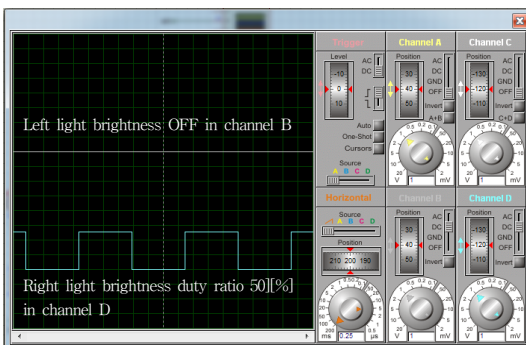


그림 13. 우측 표시등 파형 듀티비 50%
 Fig. 13 Rear right light operation in duty ratio 50%

V. 결론

본 논문에서 자전거 안전을 위한 방향 표시 시스템을 구현하기 위해서 프로테우스 VSM 가상실험을 통해서 검증을 수행하였다. 자동차의 전조등과 후미 표시등을 모델링하여 자전거에 적용하였다. 전력의 소비를 최소화하기 위해서 슬립모드와 표시등 밝기 제어를 구현하였으며 공급전원을 태양광 충전시스템을 구현하였다. 전체 동작표에 따른 가상실험은 잘 동작하

였다. 이 모델링을 통하여 작성한 C코드를 실제 하드웨어에 구현하여 사용할 수 있음을 시뮬레이션을 통해서 알 수 있었다. 자전거 운전자 안전을 위해서 자동 안전 방향 표시 시스템을 자전거에 장착하는 방법은 자전거의 디자인이나 가격에 따라서 달라질 수 있으나 이를 통해서 야간 운행 시 자전거 운전자의 안전은 보다 높아질 수 있을 것으로 판단된다.

References

- [1] The Status of Bicycle Accident, "http://www.safekids.or.kr/pdf/record03/record03_07.pdf".
- [2] Pedestrian and Bicycle Information Center, Pedestrian and Bicyclist Crash Statistics, http://www.pedbikeinfo.org/data/factsheet_crash.cfm: Pedbikeinfo.org, Apr 2014, pp. 617-633.
- [3] NHTSA's National Center for Statistics and Analysis, 2012 BICYCLISTS And OTHER CYCLISTS Traffic Safety Fact Sheet, http://www-nrd.nhtsa.dot.gov/Pubs/812018.pdf:nhtsa.gov, Apr 2014, pp. 747-753.
- [4] www.atmel.com/images/doc8161.pdf, ATmega48PA/88PA/168PA/328P Data sheet, Oct. 2010, pp. 427-433.
- [5] http://www.diodes.com/datasheets/ATS137.pdf, ATS137 Single Hole Effect Switch Data Sheet.
- [6] http://sensing.honeywell.com/index.php?ci_id=47847, Hall Effect Sensing and Application-Honeywell.
- [7] http://www.freewebs.com/microp0506/pdf/quickguide_proteus.pdf, Proteus VSM Quick Guide.
- [8] K. Choi, "Highly Sensitive Partial Discharge Sensor with Remote Monitoring Capabilities," *J. of the Korea Institute of Electronic Communication Sciences*, vol. 10, no. 3, 2015, pp. 349-356.
- [9] S. Park and J. Lee, "Design of Smart Off-Board Charge System for Neighborhood Electric Vehicle," *J. of the Korea Institute of Electronic Communication Sciences*, vol. 8, no. 10, 2013, pp.

1499-1504.

- [10] K. Jang and S. Kwak, "Fast Center Lane Detection Method for Vehicle Application," *J. of the Korea Institute of Electronic Communication Sciences*, vol. 9, no. 6, 2014, pp. 649-656.
- [11] K. Park and H. Kim, "A Study for Video-based Vehicle Surveillance on Outdoor Road," *J. of the Korea Institute of Electronic Communication Sciences*, vol. 8, no. 11, 2013, pp. 164-165.

저자 소개



유재덕(Jae-Duck Yoo)

1999년 한밭대학교 전자공학과 졸업(공학사)

2006년 전남대학교 전자통신공학과 졸업(공학석사)

2011년 전남대학교 전자통신공학과 졸업(공학박사)

2015.4~현재 : 국민안전처 특수재난실

2013.9~2015.03 유한대학교 정보통신과 겸임교수

2013.8~2015.01 신담엔지니어링 감리본부 이사

2011.1~2013.04 이프라이م 공공사업팀 상무

2001.5~2012.12 데이콤크로싱 해저통신국 부장

1993.9~2001.04 LGU+ (구 데이콤)국제전송 과장

※ 주 관심분야 : 광통신, 광패킷통신망, ROADM, 공동구, 특수재난지원통신망, 재난통신망



강희훈(Hee-Hoon Kang)

1997년 서울과학기술대학교 전기공학과 졸업(공학사)

1999년 광운대학교 전자공학과 대학원 졸업(공학석사)

2003년 광운대학교 전자공학과 대학원 졸업(공학박사)

2000.3~2002.2 동서울대학 전자계산기과 겸임전임강사

2002.3~2006.2 여주대학 정보통신과 전임강사

2006.3~현재 여주대학 전자과 조교수

※ 주 관심분야 : 무선선 통신 시스템, 신호 처리 시스템, USN

