

MCU 통합 연동 제어시스템 설계

(Linkage control system design combined MCU)

하태진*, 박정민**, 조경옥***

(TJ. Ha, JM. Park, KO. Cho)

요약

전기자동차의 MCU 연동제어 시스템은 고전력 전지 및 고효율 모터의 연동 제어 드라이브를 통하여 배터리 전력이 차량 전장부품에 최적화 배분되게하며 차량 전장부품 제어시스템과의 네트워크 진단 및 중복 기능을 흡수/통합하게 하는 상위 개념의 네트워크 제어시스템이다. 본 연구는 Autosar의 표준화된 소프트웨어를 응용하여 CAN 통신방식으로 각 제어모듈과 연동되어 제어될 수 있는 S/W와 H/W를 개발하고 모터와 배터리 제어모듈을 범용 MCU 통합 연동제어시스템과 연동하여 제어함으로써 배터리 전력과 모터의 성능 효율을 극대화하기 위한 시스템 개발이다.

Abstract

It is a superordinate concept to a network control system which optimally distributes the battery power to overall length parts through the linkage control drive and absorbs/integrates network diagnostics and overlapped functions with overall length control systems. This study is to develop a system that maximize the battery power and motor effectiveness by controlling motor battery controlling module with common MCU Integration linkage controlling system, and to develop S/W and H/W that can be controlled by linked with each controlling module in CAN method through using Autosar's standardized software.

■ keyword : | adaptive neural network control | robot System | GFN | actuator failure | uncertainty |

I. 서론

자동차 산업은 국민경제적 비중의 9%를 차지하고 있는 산업이다. 또한 부품소재, 설비산업, 금융업, 서비스업, 건설 등 전·후 방위 산업과도 밀접하게 연계되어 있으며, 우리나라 수출 품목 2위를 차지하고 있는 중요한 산업이다. 글로벌 경쟁시대에 자동차 산업은 갈수록 경쟁이 심화되고 있는 상황에서 IT기술을 접목하여 경쟁력을 확보하고자 전력을 다하고 있다. 미국, 일본, 유럽 등은 자동차와 IT를 융합한 기술 개발에 막대한 예산을 지원육성하고 있으며, IT업체와 자동차 업체 간의 제휴가 확대되고 있는 실정이다.[1] 따라서 자동차 산업의 국제적 경쟁력 확보와 아시아 시장의 확대에 의한 신흥시장의 점유율 확대, 중국의 기술 추격 등의 이유에서도 우리의 발전된 IT기술을 바탕으로 현재 지능형자동차의 전장용 임베디드 SW 플랫폼 기술이 개발되고 있으나, NEV용 차량용은 개발이 안되고 있는 실정이

다. 기존의 전기차의 제어 시스템은 독립적인 기능을 수행하여 통합관리가 이루어지지 않아 모터의 성능 및 배터리의 성능을 통합 관리하는 기능의 부재로 상용성이 떨어진다. 본 연구는 Autosar의 표준화된 소프트웨어를 응용하여 CAN 통신방식으로 각 제어모듈과 연동되어 제어될 수 있는 S/W와 H/W를 개발하고 모터와 배터리 제어모듈을 범용MCU통합 연동제어시스템과 연동하여 제어함으로써 배터리 전력과 모터의 성능 효율을 극대화하기 위한 시스템 개발이다.

II. 기술 동향

전기자동차는 가솔린 엔진 없이 배터리만으로 움직이는 그린카로 연비 및 이산화탄소 저감효과 측면에서 타 그린카 대비 우수하나, 배터리 가격 및 성능, 충전인프라 등의 문제로 상용화에 미흡하다. 하이브리드차 시장점유율이 낮은 업체를 중심으로 개발중이며 미쓰비시는 지난 7월 세계 최초 양산모델인

* 정회원, (주)동하테크

** 정회원, 한국폴리텍 V대학 전기과

***정회원, 행정안전부 정부통합전산센터

이 논문은 2011년 지역SW융합지원사업(저속 전기자동차 통합연동 제어시스템 개발)의 지원에 의한 것입니다.

I-Miev를 출시하였으며 르노-닛산 또한 2012년부터 본격적인 양산에 나설 계획이다. 전기차 전문 업체 BYD를 중심으로 한 중국 업계의 움직임이 활발하며 국내업계는 수소연료전지차에 초점을 맞추어왔으나, 최근 정부의 전기차 지원정책에 힘입어 양산모델을 출시 중이다.[2] 다양한 업종의 기업들이 자동차용 2차전지 시장에 진출하였으며 자동차 업종 외에도 전자(파나소닉, 히타치, IBM), 화학(LG화학, P&G) 등 다양한 업종의 기업들이 진출하였다. 합작 및 전략적 제휴(도요타-파나소닉, 혼다·미쓰비시-GS유아사, 보쉬-삼성SDI 등)를 통한 네트워크 경쟁이 치열하며 국내업계 또한 LG, 삼성, SK 등 주요 그룹들을 중심으로 시장진출이 활발하고 국내업계의 배터리 경쟁력은 높은 수준이나, 배터리 내 핵심부품은 대부분 수입에 의존하는 실정이다. 현재 국내업계의 2차전지 세계 시장점유율은 20%를 상회 배터리 핵심재료는 일본 업계가 세계시장을 주도하고 있으며 최근 국내개발 움직임이 일어나고 있으나 아직 미미한 상황이다. 배터리 외의 전기차 공통부품의 경쟁력은 아직 낮은 수준으로 특히 콘덴서, 인버터/컨버터의 기술력은 선진국 대비 60~70% 수준에 머물러 있다.[3]

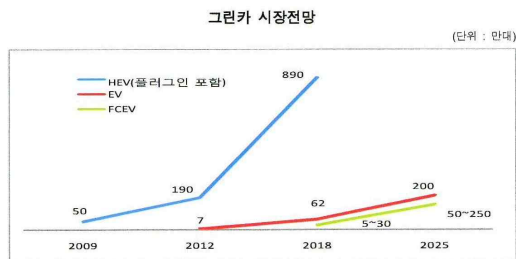


그림 1. 그린카 시장전망

1. 기술개발추세

미래 지능형 자동차를 위하여 연구되고 있는 분야로는 바디 통합제어를 위한 BCM(Body Control Module), 종축 및 횡축의 특성을 종합할 수 있는 새시 통합 제어 모듈, 능동형 사고 방지나 사고회피를 위해 기존 IT 분야에서 개발되었던 Ad-hoc 통신기술 및 다양한 통신 기술들을 차량과 접목시키는 차간 통신이나센터 통신 등의 VMC(Vehicle Multihop Communication) 기술들이 개발되고 있다 그리고 운전자의 운전 에 도움을 줄 수 있는 차선이탈 경보를 할 수 있는 LKS(Lane Keeping System), 사각지대 장애물 인식시스템이나 야간 장애물을 초음파 등을 통해 시각화 시켜 DIS(Driver Information System) 등을 통해 알려줄 수 있는 기술, 차량 내 외부 정보를 통합 제어할 수 있는 통합 제어 게이트웨이 시스템, 텔레매틱스 시스템과 연계된 차량전자장치 제어 기술 등에

이르기까지 다양한 기술들이 연구되고 있다.

2. 국외동향

Google은 인터넷의 관문(gatekeeper), 개방과 공존에서 자동차와 포털의 GIS/LBS 컨버전스로 전이하고 있으며 이동통신망과 연계하여 실시간으로 구글맵과 위치정보를 제공하는 내비게이션에서 마젤란과 제휴하고 있다.

폭스바겐은 Google Earth의 위성사진을 바탕으로 3D 지도를 운전자에게 제공하고 있다. 또 Google Earth의 위성지도 기술을 혼다의 내비게이션 시스템에 제공하고 있다. 그리고 BMW는 자동차회사로는 처음으로 Google의 검색기능을 도입하였다.

MS의 Automotive Business Unit은 텔레매틱스등 차량 플랫폼기술을 10여 년간 개발하여 공급하였고 자동차산업만을 위한 플랫폼 및 비즈니스 개발을담당하고 있다. OEM 및 Tier-1과 전략적 파트너십을 체결하고 있으며 현재 25개 이상의 솔루션을 제공하고, 벤츠, 도요타, 볼보, 피아트, 혼다, 시트로엥, 스바루, BMW, 미쓰비시, 아쿠라, 알파로메오 등과 협력하고 있다.

벤츠는 운전자 필요에 따라 구글이나 야후 등의 인터넷 지도 데이터를 직접 수신할 수 있는 search and send 서비스를 개발해 메르세데스 S클래스 세단과 CL클래스 쿠페 모델 등에 탑재했다.

3. 국내동향

현대자동차는 앞으로 자동차 개발의 30~40%는 전자부품의 개발·통합제어 등 지능형 자동차 분야로 옮겨갈 것으로 전망하고 앞으로 이 부분에서 독자개발 능력을 확보하지 못한다면, 자동차로 수익을 내는 게 불가능해진다고 보고 자동차용 전장 부품 개발에 전력을 경주하고 있다. 그리고 위성라디오, USB·아이팟 연결 같은 기존 장비 외에도, 앞으로 나올 첨단기술을 대거 선보이고 있다. 경제구간에서 차량이 앞 차량과 간격을 스스로 유지하면서 ‘가다서다’를 반복하고, 충돌 위험이 있을 때 자동으로 차량을 정지시키는 ‘이짓트래픽(EZ-Traffic)’ 시스템, 차량 내에서 집의 조명·커튼·에어컨·AV 시스템을 제어하고 도둑 침입시 경보는 물론 긴급전화로 자동 연결되는 카홈넷(Car-HomeNet) 등의 기술이다.[4]



그림 2. 전기자동차 시장 전망

III. MCU 시스템 설계

본 연구는 Autosar의 표준화된 소프트웨어를 응용하여 CAN 통신방식으로 각 제어모듈과 연동되어 제어될 수 있는 S/W와 H/W를 개발하고 모터와 배터리 제어모듈을 범용 MCU 통합 연동제어시스템과 연동하여 제어함으로써 배터리 전력과 모터의 성능 효율을 극대화하기 위한 시스템 개발이다.

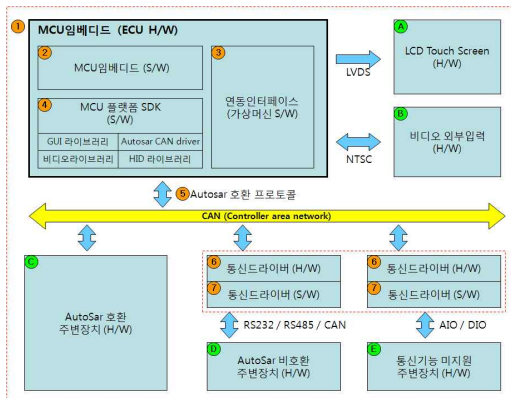


그림 3. MCU통합 연동 제어시스템 구성도

1. 국제 표준 연동 통신제어 요소기술 확보

차량의 전자제어장치(ECU)에 내장되는 소프트웨어 플랫폼과 도구 기반의 개발 방법론에 대한 국제표준규격인 AUTOSAR 요소기술을 확보하고, 이를 기반으로 한 자동차 전기전자 제어장치에 공통적으로 들어가는 SW를 포함한 플랫폼 기술과 이 플랫폼을 내장해 자동차의 전장제어 시스템 설계와 구현을 지원하는 개발도구 기술을 이용하여 차량 ECU별로 필요한 기본 SW를 손쉽게 선택하고 통합할 수 있으며, 첨단 IT를 기반으로 자동차 전장 부품의 전기전자 제어장치를 보다 효율적이고 안전하게 개발할 수 있는 표준기술을 확보로 자동차 전장 응용소프트웨어를 개발한다.[5]

2. 범용 프로토콜 규격서

[그림3]의 (3)Autosar CAN Driver S/W

- NEV 주변장치를 ECU에서 중앙 집중적 통합관리를 위하여 규격화된 통신프로토콜(AUTOSAR호환)을 정의하여 각각의 주변장치를 단일 시스템으로 운용 가능하도록 구성
- AUTOSAR 프로토콜 호환규약을 토대로 통신 S/W모듈을 설계

표 1. 통신 프로토콜 구성

장치 클래스ID	내 용
0x11	ECU (Master Controller)
0x12	Battery Controller
0x13	Motor Controller
0x14	BCM
0x15	ABS
0x16	ECS
0x17	EPS
0x18~0xFF	User define device

- 다음은 연동 프로토콜 규약을 나타낸다.

표 2. 통신 패킷의 구성

통신 패킷의 구성										
STX	ACK	Class ID	Device ID	R/W	Size	Address	Data	Reserved	CRC	EOT

표 3. 통신 패킷의 형태

이름	길이	데이터형태	설 명
STX / ACK	1	0x02 / 0x06	패킷의 시작 표시
Class ID	1	0x11 ~ 0xFF	장치의 종류
Device ID	1	0x11 ~ 0xFF	장치의 아이디
R/W	1	'R' / 'W'	장치의 접근자 (읽기, 쓰기)
Size	1	0x10 ~	패킷의 전체크기 (바이트수)
Address	2		접근 할 주변장치의 메모리 주소 Class ID에 의거 접근주소 지정
Data	2		지정된 주변장치 메모리 데이터
Reserved	2	0xFF (prefix)	확장을 위한 예약공간
CRC	1		STX, EOT를 제외한 Check Sum
EOT	1	0x04	패킷의 종료 표시

표 4. Class ID별 제어 Address

Class ID별 제어 Address				
Class ID	Address	R/W	설 명	
[0x12] Battery Controller	0x11	R/W	배터리 전원 제어 및 응급정지	
	0x12	R	배터리전압, 단위 V, 배율(x10)	
	0x13	R	배터리소모 전류, 단위 A, 배율(x10)	
	0x14	R	배터리잔여 전력량, 단위 kw, 배율(x10)	
	0x15	R	배터리온도	
	0x16	R	배터리상태 체크 (과전류, etc)	
[0x13] Motor Controller	0x11	R/W	모터 전원 제어 및 응급정지	
	0x12	R	모터전압, 단위 V, 배율(x10)	
	0x13	R	모터소모 전류, 단위 A, 배율(x10)	
	0x14	-	예약됨	
	0x15	R	모터온도	
	0x16	R	모터상태 체크 (과부하, 회전방향, etc)	
	0x17	R	모터 RPM, 배율(x10)	

3. 범용 인터페이스

CAN 통신에 의해 연결된 모든 장치를 등록하고 관리하며 [그림3]의 (2)MCU 제어 시스템 S/W의 요청을 처리하는 가상 머신(VM S/W)

- MCU 최초 구동시 메모리에 로드되어 실행되는 메모리 상주형 S/W

- [그림3]의 (4)AUTOSAR CAN Driver에서 전송된 신호를 분석, 장치종류를 인식하여 메모리에 등록하고, 주기적으로 장치의 상태 정보를 수집하며, MCU 제어 시스템 S/W의 요청이 발생하면 IPC(Inter process communication)를 이용하여 수집된 정보를 전송함.

- 장치종류(동력장치/전원장치 등등) 계층별 I/O맵 관리, 공용제어함수 제공

- 동력장치(모터컨트롤러), 전원장치(배터리컨트롤러) 상태 조회 및 제어 통신

- Windows 환경의 Monitoring Manager S/W와 연결하여 차량의 전체 상태를 모니터

표 5. 가상 메모리 매핑 테이블

Virtual memory mapping table					
Virtual address	Register name	Class ID	Address	R/W	
0xFA00:0x0001	BTPW	[0x12] Battery Controller	0x11	R/W	
0xFA01:0x0002	BTEV		0x12	R	
0xFA03:0x0002	BTEA		0x13	R	
0xFA05:0x0002	BTKW		0x14	R	
0xFA07:0x0002	BTTP		0x15	R	
0xFA09:0x0002	BTCK		0x16	R	
0xFB00:0x0001	MTPW	[0x13] Motor Controller	0x11	R/W	
0xFB01:0x0002	MTEV		0x12	R	
0xFB03:0x0002	MTEA		0x13	R	
0xFB05:0x0002	-		0x14	-	
0xFB07:0x0002	MTTP		0x15	R	
0xFB09:0x0002	MTCK		0x16	R	
0xFB0A:0x0002	MTRM		0x17	R	

4. MCU 시스템 H/W 설계

AUTOSAR 응용프로그램 개발이 용이하고 시스템안정성이 우수한 Embedded Linux 탑재가 가능한 저전력, 고성능 H/W 개발에 의한 주기능은 다음과 같다.

가. 설계 주요기능

- 소형 경량화 및 저 전력 임베디드 플랫폼 개발
- 고성능 CPU를 채택, 주변장치상태를 판단, 신속한 자료처리
- Embedded Linux를 탑재하여 안정성, 신뢰성, 확장성 확보
- Touch Sensor가 포함된 고해상도 LCD로 가시성 높은 GUI와 편의성 제공

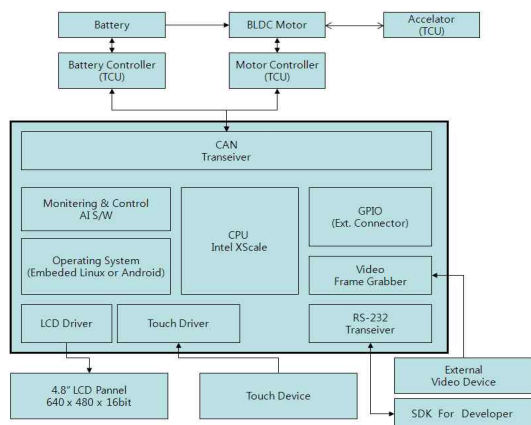


그림 4. MCU 하드웨어 구성도

표 6. 설계된 H/W 사양 정보

구분	내용	비고
CPU	Au1250 (Mips)	550MHz
O/S	Embedded Linux	kernel 2.6.12
Display	4.5" LCD panel	640 x 480
Human interface	Touch Screen	
Keyboard	7 Button	
CAN 통신	1 channel	
UART	SDK Serial 통신	RS-232
Analog video input	1 channel	NTSC 카메라 입력
DIO	input 4점 / output 4점	Digital input/output

5. MCU 시스템 S/W 설계

NEV 차량의 주변장치(전원장치, 동력장치)의 상태정보를 수집하여 차량의 상태를 판단하고 화면에 디스플레이하여 사용자에게 정보를 제공하는 ECU 메인 어플리케이션을 개발하기 위한 구성도는 그림 5와 같다.

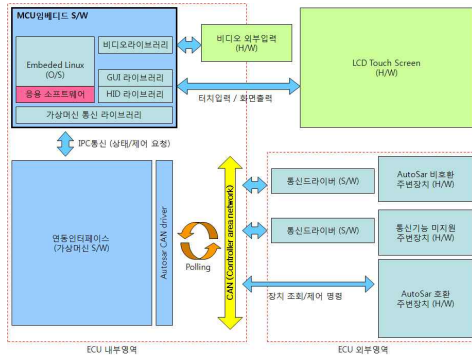


그림 5. MCU 소프트웨어 구성도

가. 설계 주요기능

- 640x480 lcd를 이용한 그래픽인터페이스
- Touch Screen을 이용한 사용자 입력 처리
- 가상머신 S/W 통신 및 제어
- 외부비디오 입력 기능

표 7. 설계된 S/W 상세 정보

기능	상세 내용	
속도 표시	현재속도를 그래픽 메타계로 표시	
잔여 주행 가능 거리	배터리 잔량으로 주행가능한 잔여 거리를 실시간 표시	
주행 기록계	차량출고 후 누적 주행기록을 표시	
TRIP A / B	사용자 지정의 주행기록을 2종류 표시	
모터	전압	모터의 현재 전압 표시
	전류	모터의 현재 소모 전류 표시
	소모전력량	소모전력량 표시
	모터온도	모터의 현재 온도
배터리	전압	배터리 전압
	전류	배터리 전류
	배터리온도	배터리온도
	배터리사용정보	배터리의 총방전회수, 1회 충전시 평균 주행거리
충전상태	충전량 및 충전 잔여시간 표시	
외부 비디오 입력	외부 비디오 장치에서 입력되는 영상을 화면에 표시	

IV. 구현 및 분석

MCU 제어시스템과 모터 연동시 효율이 91.5%로 향상됨을 테스트 결과 도출

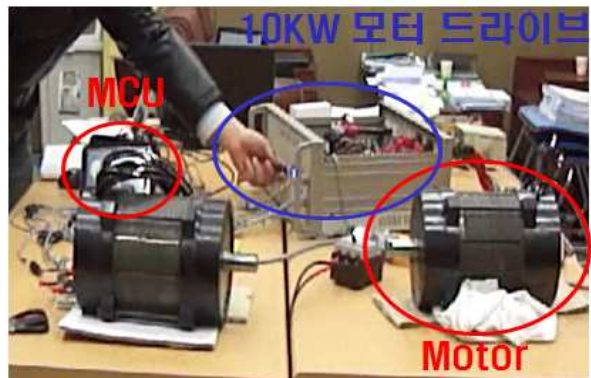


그림 6. 외부 시스템 연동제어

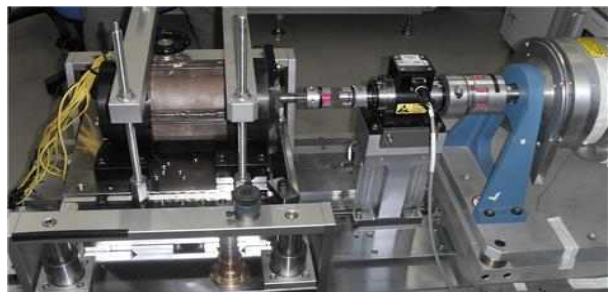


그림 7. 실험 사진

표 8. 시험 결과

입력	전압	72V VDC
	전류	130A
출력	토크	22NM
	속도	3500RPM
	효율	91.5%

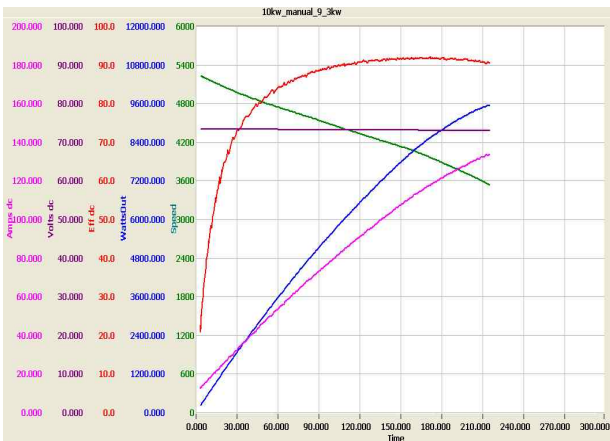


그림 8. 모터 연동 테스트 결과

V. 결론

본 연구는 Autosar의 표준화된 소프트웨어를 응용하여 CAN 통신방식으로 각 제어모듈과 연동되어 제어될 수 있는 S/W와 H/W를 개발하고 모터와 배터리 제어모듈을 범용 MCU 통합 연동제어시스템과 연동하여 제어함으로써 배터리 전력과 모터의 성능 효율을 극대화하기 위한 시스템 개발이다.

설계 주요기능은 소형 경량화 및 저 전력 임베디드 플랫폼으로 설계하였으며 고성능 CPU를 채택하여 주변장치상태를 판단하여 신속하게 자료를 처리할 수 있도록 설계하였다. 안전성, 신뢰성, 확장성 향상을 위해 Embedded Linux를 탑재하였으며, 편의성 제공을 위한 Touch Sensor가 포함된 고해상도 LCD를 사용하도록 설계하였다.

그림 6과 그림7의 실험을 통하여 표8의 결과가 나타났으며 MCU 제어시스템과 모터 연동시 효율이 91.5%로 향상됨을 시험 결과 도출하였다. 설계한 MCU 시스템은 모터 및 배터리 제어모듈을 통합하여 관리할 수 있는 기능을 탑재하였고, 이를 모니터링 제어하는 기능을 추가하여 전기자동차의 배터리 관리에 효율적으로 운용될 것으로 기대된다.

참고 문헌

- [1] 한국산업기술평가원, 하이브리드 전기자동차(2008년 산업기술동향분석_기계소재분야), 서울, 2008
- [2] 전국경제인연합회, 자동차산업의 미래(그린카 현황 및 전망), 서울, 2009
- [3] 나성엽, 하이브리드 전기자동차의 미래, 신동아, 서울, 2009년
- [4] Mehrdad ehsani, "Modern electric, hybrid electric, and fuel cell Vehicles", 2004
- [5] AUTOSAR Technical Overview 3.0, AUTOSAR, Dec. 2007 (<http://www.autosar.org>)

저자 소개



하태진
 2003년 광주대학교 도시공학과 학사 졸업.
 2005년 조선대학교 정보통신공학과 석사 졸업.
 2007년 조선대학교 정보통신공학과 박사 수료.

<주관심분야 : IT융합, 정보보호>



박정민
 2002년 조선대학교 전기공학과 학사 졸업.
 2004년 조선대학교 전기공학과 석사 졸업.
 2009년 조선대학교 전기공학과 박사 졸업.

<주관심분야 : 통신제어시스템>



조경욱
 2003년 광주대학교 컴퓨터학 학사 졸업.
 2005년 조선대학교 정보통신공학과 석사 졸업.
 2011년 조선대학교 정보통신공학과 박사 졸업.

<주관심분야 : 보안시스템, 정보보호>