

하이브리드 다기능 용접기 제어 모드에 관한 연구

김진석* · 정양권* · 최재호**

A Study on control mode of hybrid multi-function welder

Jin-Seok Kim* · Jae-Ho Choi* · Yang-Kwon Jeong**

요 약

본 연구는 발전기와 충전기를 통합하여 필요에 따라서 용접기 또는 발전기로 사용할 수 있는 시스템에 관한 것이다. 구체적으로는, 발전기를 제어하는 제어장치와 다기능 용접기를 사용할 수 있도록 하는 선택 스위치로 구성된 하이브리드 용접기로서 그 기능은 발전기 전원을 충전지에 충전이 완료되면, 발전기는 자동 정지하도록 구성하는 부분과 Co₂ · MMA · TIG · MIG · MAG 용접기를 모제와 용제에 따라서 공급하는 가스를 제어하도록 제안하였다. 이는 한 번에 한 가지 또는 두 가지 정도만을 선택하는 기존 용접기의 성능과 편리성을 개선하기 위해 전압, 고주파, 모터 그리고 가스 밸브를 제어하는 시스템을 구현하였다.

ABSTRACT

This study is on the system that can integrate generator and charger to use as a welder and generator for need. Specifically, it was hybrid generator consisted with select switch to use generator controller and multiple function welder, that function were auto-stopping generator when generator power finish to recharge in recharger battery and Co₂ · MMA · TIG · MIG · MAG are divide depend on supplying gas. This control system of voltage, high-frequency, motor and gas valve was implemented in order to improve the performance and convenience of existing welders to choose only one or two at a time.

키워드

Welder, Multi-function-welder, High-frequency, Feed motor
용접기, 하이브리드 용접기, 고주파, 피드 모터

1. 서 론

본 연구에서는 현재 금속에서부터 비금속을 연결하는데 사용하는 용접기와 공사 현장에서 전력을 공급받기 어려운 환경에서 용접기에 전력을 공급하는 전기가 분리되어 작동함으로써 비효율적으로 운영되므로 에너지 손실원이 됨은 물론이고 대기 환경을 오염시키는 문제점을 도출하였다[1].

용접기는 제조·제작 산업에서 재료와 자재를 생산

하는 장치라기보다는 자재를 이용하여 가공함으로써 재화의 가치를 높이는 기능을 담당한다. 사용 소재로는 철강, 비철, 비금속류가 해당이 된다. 여기서 가장 중요한 점은 소재에 따라서 용접기가 구분되어진다는 점이며, 소재가 구분되어짐은 용접기에 공급되는 전류의 양이 달라져야 한다는 특징이 동반된다.

즉 한 개의 용접기로 다양한 용접을 수행하기 위해서는 용접기에 다양한 전류를 안정적으로 공급할 수 있다면 전력과 용접기를 융합하는 최적의 하이브리드

* 동신대학교(ssukdori@hanmail.net)

* 교신저자, 동신대학교(jovial@dsu.ac.kr)

** 송원대학교(keyman0614@hanmail.net)

용접 시스템을 생산할 수 있게 된다. 따라서 본 연구에서는 전압, 고주파, 피드 모터, 가스 밸브를 제어하는 용접기 모드를 제안하여 모재와 용재에 따라서 공급하는 가스의 비율을 조정 또는 용접기를 교체해야 하는 문제와 용접을 하지 않음에도 불구하고 전력을 공급하는 발전기를 계속해서 작동시킴으로써 발생하므로 에너지 낭비를 막고 효율성을 증대시키는 시스템을 제안하고자 한다.

II. 용접기의 동작원리

1) 용접기의 종류

용접기는 소재에 따라서 Co2 용접기, MIG 용접기, MAG 용접기, TIG 용접기, ARC 용접기 등으로 구분된다. 또한 두 개의 매체를 접합하는 방법은 크게 두 가지로 기계적 접합과 금속학적 접합으로 분류한다. 기계적 접합이란 접합면에 국부적인 소성변형을 주는 것으로 볼트이음, 리벳이음, 가열 끼우기 등이 있다. 금속학적 접합이란 접합면에 열에너지를 가하여 국부적으로 용융시키든지 또는 금속원자의 열확산을 촉진시키는 방법으로 대부분의 용접은 이 방법에 속한다. 용접작업에 필요한 구성요소는 용접의 종류에 다소 차이는 있으나 ①용접대상이 되는 재료(모재), ②열원(가열원으로 가스열이나 전기에너지를 주로 사용하고 화학반응열, 기계에너지, 전자파에너지 사용) ③용가재(용합에 필요한 용접봉이나 납 등) ④용접기와 용접기구(용접용 케이블, 홀더, 토우치, 기타 공구 등) 등이 필요하다[2].

2) 용접의 원리와 방식

용접이란 용접와이어가 와이어 송급장치에 의하여 용접토치의 헤드부로 송급되고 용접토치의 헤드에 있는 컨덕터 팁에 의하여 전원과 연결되며 모재와의 사이에서 아크가 발생하여 이 아크열에 의하여 용접모재 및 용접와이어를 용융시켜 금속을 접합시키는 원리다. 근래에 와서는 용접분야에 종사하는 인원이 전체적으로 감소하는 추세와 동시에 여성 비율이 증가하는 경향으로, 용접기에 요구되는 기술 방향은 자동화 및 로봇 화에 적합한 기능을 요구하게 된다. 또한 여성인력의 증가는 용접 기능 인력의 부족을 뜻하므

로 용접기는 이러한 기능 인력의 기능을 포함하도록 요구되고 있으며, 특히, 수작업에 의한 기존의 프로젝션(projection) 용접시스템 비전카메라를 사용하여 부품과 제품의 인식, 용접 및 수량 관리를 자동으로 수행하는 프로젝션 용접시스템 등 많은 발전을 거듭하고 있는 현실이다[3].

인버터 제어 방식의 용접기 구성은 그림 1과 같이 상용 주파수의 교류를 직류로 변환하고 고속 스위칭 소자를 사용한 인버터에 의하여 10~50khz의 고주파수로 변환된다. 고주파 출력은 다시 용접변압기에 의하여 용접에 적합한 전압으로 강압되어 정류되고 이를 직류리액터를 통하여 직류 전류를 평활시켜 아크 부하에 적절한 직류를 공급하는 방식이다.

인버터 방식의 MAG/Co2 용접기는 스위칭 소자를 사용하여 전압 및 전류를 용접에 적합한 형태로 직접 제어함으로써 스패터의 발생을 감소시킬 수 있다. 단락 시간 또는 아크 발생 중에 용접 전류를 직접 제어 회로에 의해 용접에 적절하도록 제어하고 아크 재생시 용융지로부터 스패터가 비산되지 않도록 단락시의 최대 전류를 저감하고 미소 단락시 발생하는 대립의 스패터를 방지하기 위해 순시단락 전류를 시간적으로 제어한다[4]. MIG/Co2 용접기는 별도의 실드가스를 사용하면 소모전극 와이어를 연속적으로 송급 선단에서 아크가 발생하도록 하여 용적이 용융지로 이행 되도록 하는 용접법이며, 이 용접법은 사용되는 실드가스의 종류에 따라 크게 불활성가스를 사용하는 MIG용접, 순수한 탄산가스를 사용하는 Co2용접, Co2와 AR가스가 혼합된 MAG용접 세 종류로 분류된다[5-8].

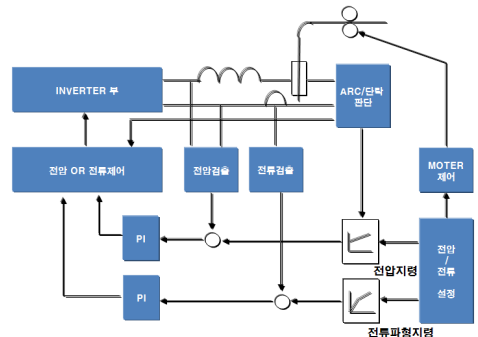


그림 1. 인버터 제어기 구성도
Fig. 1 Inverter control configuration

이에 본 연구에서는 다양한 가스를 혼합하여 제공하는데서 기존 용접기의 문제점을 도출하고, 용접작업의 용이함과 에너지를 효율적으로 절감하는 하이브리드형 다기능 용접기를 제안하였다.

장치와 리액터장치를 걸쳐 DC 15V 5A~50V 500A를 출력시키는 구성이다. 이렇게 구성한 제안 시스템은 피드 모터 제어 및 가스 밸브를 제어할 수 있으므로 용접 모드에 따라 가스 및 용재를 제어할 수 있다.

III. 제안 시스템 구성

용접기 제어 시스템을 구현하는데 고주파 제어와 스위칭 전압 제어가 필수적인 요소다. 용접기의 제어 시스템으로 그림 2와 같이 제안하고 있다.

제안 시스템은 발전기로부터 공급받은 AC전압을 DC로 변환한 후 배터리에 저장하고 DC 110V를 고주파 제어를 통해 교류 220V로 변환시킨다. 변환된 AC 교류는 Trans장치를 통해 전압을 낮추고 이를 정류

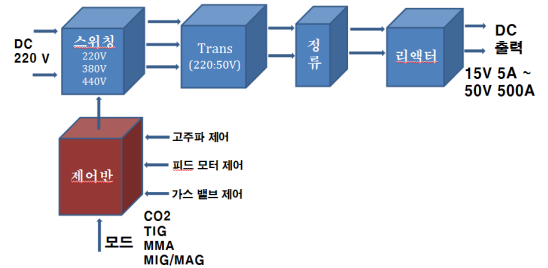


그림 2. 제안시스템 구성도
Fig. 2 Proposed system configuration

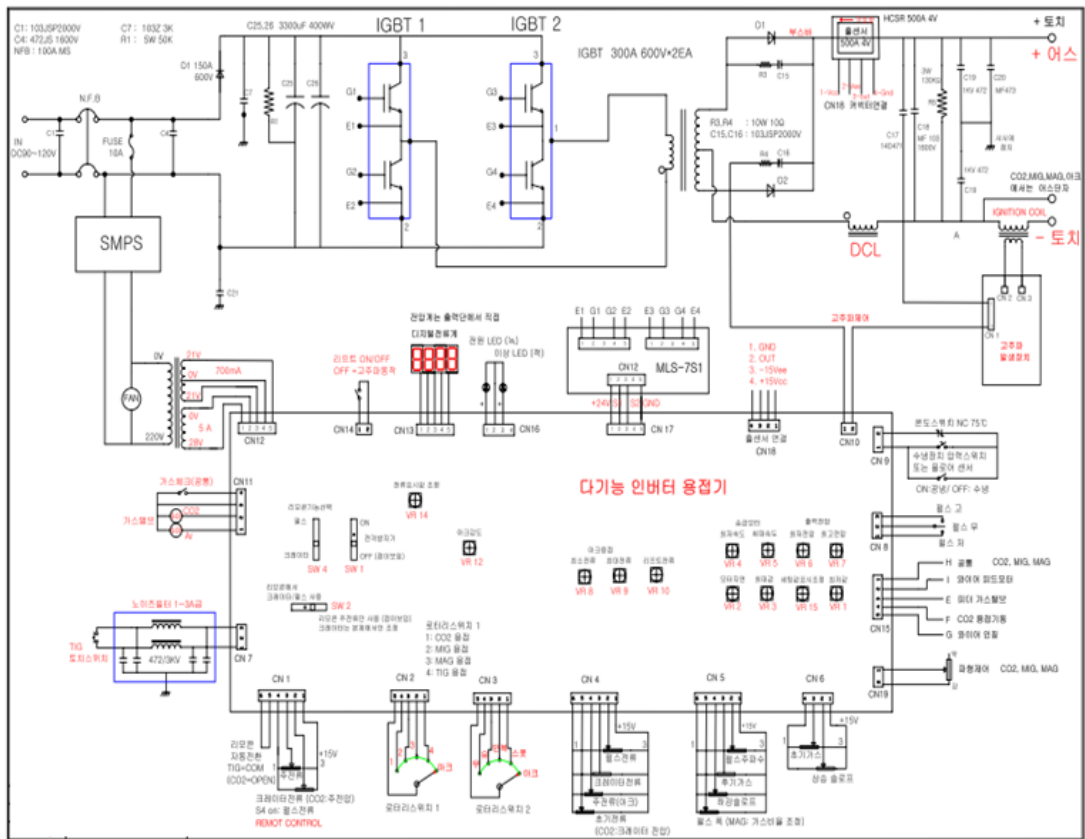


그림 3. 통합 구성도
Fig. 3 Integrated configuration diagram

그림 3에서는 본 제안 시스템의 구현을 위한 통합 구성도를 도시하였다. 각각의 모듈에서 그림 3의 통합 구성도에서 CN15 부분은 와이어 피더라인의 용접기동 신호를 동작시키는 기능을 수행하며, 피더 가스밸브 단자, Co2 용접기동 단자, 와이어 인칭 기동 단자, 와이어 피드 모터 단자로 구성되며, Co2, MIG, MAG 가 공동으로 사용하는 부분이다. CN11은 주입하는 가스를 체크하는 단자로 Gas 밸브 중 Co2 가스 밸브만을 작동을 시키고 용접을 시작하도록 제어하는 모드이다. 그림 5에서 CN1 단자 부분은 리모컨으로 원격 제어가 가능하도록 자동 전환을 수행하는 부분이며 주용접 전압, 주용접 전류 및 가변 저항기를 이용하여 스위치의 On-Off를 제어하도록 구성하였다. CN4는 가변 저항으로 크레이터 전류 및 전압을 조정하는 기능을 수행하는 부분이다.

CN3는 크레이터 유부만 인식하며, 아크 반복은 인식하지 않고 스폿 모드만 인식되고 정전류 모드로 전환되며 아크 발생 시간을 전압 볼륨으로 가변 조절하는 부분이다. 여기서 고주파 유도 장치는 고주파를 차단하므로 발생하지 않도록 유도하는 부분이다.

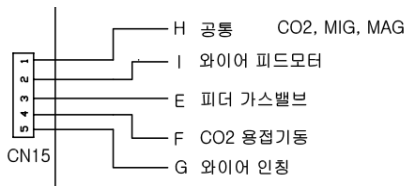


그림 4. 공동 피드
Fig. 4 Integrated feed

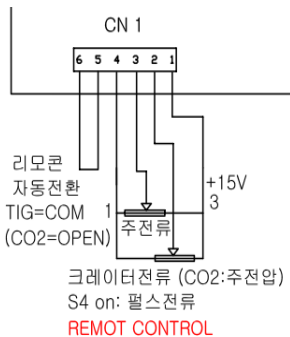
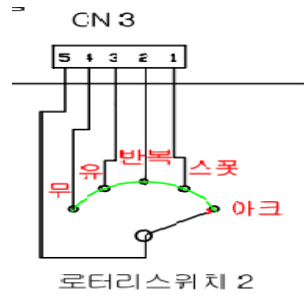


그림 5. 원격제어
Fig. 5 Remote control



로터리스위치 2

그림 6. 선택 스위치
Fig. 6 Rotary switch

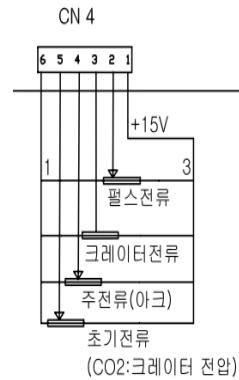


그림 7. 전류 스위치
Fig. 7 Current switch

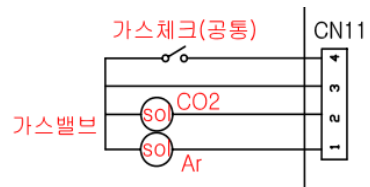


그림 8. 가스체크밸브
Fig. 8 Gas check valve

그림 6에서는 불활성가스를 사용하는 MIG용접기에는 CN2에 로터리 스위치를 선택하도록 하였으며 CN11에서는 Co2에서 사용하는 제어 모드를 기반으로 Ar 가스 밸브를 작동하도록 하여 모드 전환이 이루어지도록 하였다. 앞서 기술하였듯이 용접 특성은 프로그램에 의하여 알루미늄 와이어에 적합한 용접의 특성을 지니고 있으므로 전압, 전류를 자동으로 전환할 수 있는 기능을 추가하였다. 이는 펄스 전류와 펄스 주파수를 그림 4와 같이 임의의 조정 가능하도록 하였다.

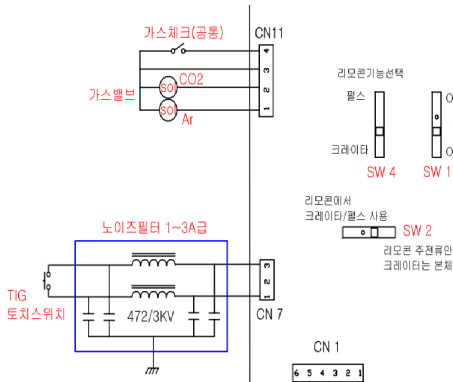


그림 9. 구동 제어 모드
Fig. 9 Driven control mode

따라서 그림 7에서 보듯이 CN4에 연결된 가변 저항 중 크레이터 전류 전압만 인식하여 조정하도록 하였고, 그 외 아크 반복은 인식되지 않도록 하며 스폿 모드만 인식하도록 하여 정전류 모드로 전환되며 아크 발생 시간은 전압 볼륨으로 가변 된다. 고주파 유도장치는 차단되어 고주파는 발생하지 않도록 설계하였다.

그림 8과9에서는 Co2와 AR가스가 혼합된 MAG용접기에서는 CN15의 와이어피드 라인의 용접기동 신호를 받는 부분으로 Co2와 동일하며 CN11 역시 Co2와 Ar 가스 밸브가 같이 동작하도록 구동시간을 변화하는 방식으로 구성하였다.

그림 10에서는 TIG 용접 모드로 CN2의 로터리 스위치를 전환하는 것이다. 이때 CN15에 연결된 와이어 피드 라인의 용접기동 신호는 차단되고 CN7의 기동 신호를 받아 용접기 출력 등이 동작하도록 하였다.

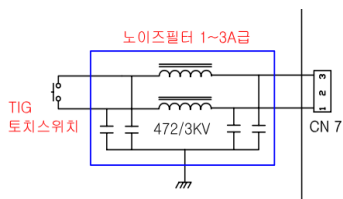


그림 10. 노이즈 필터
Fig. 10 Noise Filter

여기서 가스 체크 후 용접 시작과 용접 중에 CN11에 연결된 Ar 가스 밸브만 동작하도록 한다. 따라서 CN1에 연결된 리모콘은 주 용접전류 크레이터 전류

조정용 가변 전항이 된다. 그리고 CN4에 연결된 가변 저항은 펄스 전류, 크레이터 전류, 주전류, 초기전류로 인식되어 조정이 된다. 그리고 CN3에 연결된 로터리 스위치는 유·무 반복, 스폿, 아크모드로 인식하며, 스폿모드에서 아크발생 시간은 CN1의 전압 볼륨으로 가변 조절되므로 실행이 가능하게 된다.

제안된 시스템의 작동 순서는 그림 11에서 같은 알고리즘에 의거하여 모재와 용재에 따라서 용접기를 도입한다거나 가스를 공급해야 하는 기존의 문제점을 극복할 수 있다.

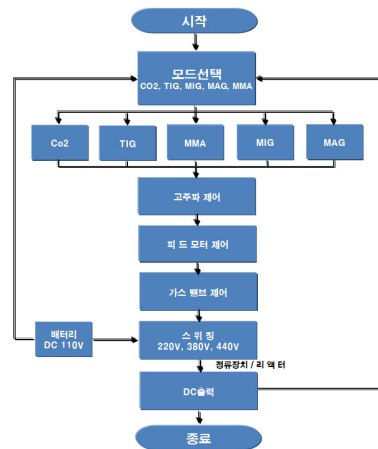


그림 11. 하이브리드 용접기 모드 제어용 S/W 블록다이어그램

Fig. 11 Mode control of multi-functional welders S/W block diagram

IV. 제안 시스템에 대한 분석

모재와 용재에 따라 용접기가 분류되고 그 기능들이 표 1과 같이 정해지듯이 용접기 사용자들에게는 많은 불편함을 제공하는 요인이 될 수 있다. 또한, 고주파 제어는 매우 좁은 Hz를 형성하여, 용접부의 성능 개선을 위한 열처리가 거의 필요 없으며 에너지 효율이 좋아서 낮은 전력 소모로 빠른 용접(10~200 m/min)을 실시 할 수 있고 용접시간이 짧아 대량생산이 가능하고 자동화 생산이 용이하며, 강종의 제한이 거의 없고 용접 두께의 폭이 넓은 장점을 가지고 있다.

상기와 같이 다형성과 특정한 장점들을 동시에 만족할 수 있도록 본 연구에서는 하이브리드 다기능 용접기 제어용 모드를 그림 3과 같이 제안하였다.

MAG 용접기의 경우 가스 체크 스위치에 의한 동작 시험시 두 개의 밸브는 동시에 열려야 하지만 용접신호에 의하여 두 개의 밸브가 동작할 때에는 연속으로 열리지 않고 CN5에 연결된 가변저항(펄스 폭, MAG에서 가스 비율 조정)의 조정 위치가 중앙에 있을 때 두 개의 밸브가 번갈아 가면서 열림과 닫힘을 반복하도록 하였다.

이때 가스 레귤레이터 또는 별도의 장치에 부착된 가스 플로어메타를 보고 각각의 가스 사용 비율을 조정한다. 이는 Co2가 20%이고 Ar 80%라고 하면 Co2는 5 l/min : Ar는 20 5 l/min의 비율로 조정함을 의미한다.

이는 가스 밸브의 닫힘 열림의 반복 시간은 펄스 주파수로 변화시킴을 의미한다.

표 1. 용접기종류에 따른 분석
Table 1. Analysis based on the type of welding machine

종류	기능
Co2	- 탄산가스 사용 - 용극식 용접 방법 - 300A ~ 700A - FCW 사용
ARC	- 직류/교류 아크 용접기 - 용극식 용접 방법
TIG	- Ar가스 사용 - 비용극식 용접 방법 - 텅스텐 재질의 전극봉 사용 - 직류/교류 사용 - 120A ~ 400A
MIG	- Ar, Ar+O2, Ar+Co2 사용 - 소모식 불활성가스 용접 방법 - 80A ~ 320A - 전극와이어 사용
MAG	- Co2 + Ar가스 사용 - 80A ~ 600A - 소모식 활성가스 용접 방법

궁극적으로 다중 모재와 용재에 관계없이 필요에 따라 용접 중에 가스를 교체해야 하는 더 나아가서는 용접기를 교체해야 하는 번거로운 문제점들을 극복할

수 있었다.

V. 결론

본 연구에서는 현재 금속에서부터 비금속을 연결하는데 사용하는 용접기와 공사 현장에서 전력을 공급받기 어려운 환경에서 용접기에 전력을 공급하는 전기 시설이 분리되어 작동함으로써 비효율적인 에너지 소모가 크다는 문제점을 도출하였다. 이러한 문제점을 기반으로 용접기를 통합하여 스위칭 전압 제어, 고주파 제어, 피드 모터제어, 가스 밸브 제어, 하이브리드 용접기 모드 제어용 S/W를 통해 하이브리드 용접기 모드 제어 시스템을 구성할 수 있게 되었다. 이는 에너지 효율과 용접 작업에 용이한 환경으로 성능을 개선할 수 있었다.

향후 연구에서는 TIG 모드에서는 초기 아크 발생시 고주파 발전에 의한 노이즈가 문제가 발생되어 이로 인한 노이즈가 제어 기관에 유입되는 문제가 발생이 되어 스위치 및 각 검출라인에 노이즈 제거 또는 감소기능회로를 추가하는 것이 요구된다.

감사의 글

본 연구는 교육과학기술부와 한국연구재단의 지역혁신인력양성사업으로 수행된 연구결과임

참고 문헌

- [1] 박종규, 배영철, “풍력 발전에서 미래 연구를 위한 연구 집중으로서 등급 기준을 이용한 기술 로드맵 개발”, 한국전자통신학회논문지, 6권, 3호, pp. 417-423, 2011.
- [2] 강봉용, 김희진, 양승호, 김병규, 김충겸, 최수락, “초고성능 MAG WELDING SYSTEM 개발에 관한 연구”, 한국생산기술연구원, 연구보고서, pp. 17-27, 1995.
- [3] 박기정, 송하주, “영상인식 기술을 이용한 프로텍션용접 자동화시스템”, 한국전자통신학회논문지, 6권, 4호, pp. 517~522, 2011.
- [4] 박상흡, “퍼지 알고리즘을 이용한 ARC 용접기의 출력제어”, 한국전기산업진흥회 학술논문지, 전기공업, 11권, 3호, pp. 29-39, 2000.

- [5] 정양권, 김기훈, 엄태현, 황훈 “하이브리드형 고효율 자가 발전기를 위한 시스템에 관한 연구” 한국전자통신학회논문지, 6권, 3호, pp. 417- 423, 2011.
- [6] 최우석 “DC-DC 벡 컨버터를 이용한 배터리 충전시스템에 관한 연구”, 조선대학교, 석사학위논문, pp. 29-33, 2010.
- [7] 이강수 “부하특성에 따른 축전지 적정용량 산출에 관한 연구”, 홍익대학교, 석사학위논문, pp. 36-53, 2011.
- [8] 정양권, 엄태현, 김기훈, 최형주 “SMPS 기반 발전기 제어 시스템에 관한 연구” 한국전자통신학회논문지, 7권, 1호, pp. 107~115, 2012.

저자 소개



김진석(Jin-Seok Kim)

2009년 동신대학교 석사 졸업
2011년 동신대학교 대학원 박사과정

※ 관심분야 : 번호인식 본인인증 자동화 시스템



정양권(Yang-Kwon Jeong)

1988년 조선대학교대학원 졸업(석사)
1996년 조선대학교대학원 졸업(박사)
동신대학교 컴퓨터공학과 교수

※ 관심분야 : 영상인식, 지문인식



최재호(Jae-Ho Choi)

1989년 조선대학교대학원 졸업(석사)
1998년 조선대학교대학원 졸업(박사)
송원대학 컴퓨터정보과 부교수

※ 관심분야 : 영상인식, 이미지패턴인식