RF 통신을 이용한 용접기용 무선 리모콘의 실현

오준태, 김규식
서울시립대학교 전자전기컴퓨터공학부

Implementation of Wireless Remote Controller for Welders using RF Communication

*Joon-Tae Oh, Gyu-Sik Kim
Dept. of Electrical and Computer Engineering, Universitiy of Seoul

ABSTRACT

In this paper, wireless remote controller for welderss are implemented using RF communication. It can be used for general welding power sources. Sometimes, wireless remote controllers for welders are needed because welding torches are far away from welding sources in the case of big ship-building or big tank constructions. In order to use the wireless remote controllers, digital cpu-based welding systems are essential for digital interfaces. But, in this paper, using digital resistors makes wireless remote controllers be easily applied to digital or analog welders. To demonstrate the practical significance of our results, some experimental results are presented.

1. 서 론

본 논문은 디지털 저항기를 이용하여 기존의 용접기용 원격제어기가 유선으로 구성됨으로써 갖는 문제점들을 보완한다. 본체와 모재 사이의 거리가 5[meter] 이내로 짧은 거리에서 용접전압 및 용접전류의 제어가 가능하고, 본체가 원격제어기로부터 5[m] 이상 멀리 떨어져 있는 경우 유선의 무게와 부피가 증가하여 휴대가 불편하다. 때로는, 본체를 5[m] 이내로 다시 이동해야 함으로 본체의 이동 시간에 작업을 중단함으로써 작업성 저하를 야기 한다는 단점을 감안하여 모재의 위치가 비교적 먼 원거리인 최대 1600[m] 이내에서도 위치 이동시 휴대가 간편하고, 용접전류 및 용접전압을 손쉽게 조절할 수 있도록, 지그비 혹은 RF 무선 원격 제어기의 수신부의 주 제어기와 용접기의 전류 제어기 사이에 디지털 가변저항기를 삽입하여 인터페이스 구축하여 기존의 용접기 제어기와 무선 원격제어기의 수신부 사이의 인터페이스 레벨이 서로 상이하더라도 특별한 회로의 변경 없이 손쉽게 적용이 가능한 호환성을 갖는 유니버설 무선 원격제어기를 구현하고, 실제 구현된 무선 모듈을 용접기에 장착하고 무선 모듈의 성능을 테스트를 실시하고, 무선 원격제어기의 효용성을 실험을 통해서 확인 하였다.

2. 본 론

2.1 전기용접의 개요

전기의 아크(Arc) 방전현상을 이용하는 전기 아크 용접은 아크의 발열을 이용하여 모재를 용접하는 대표적인 분류 방법으로 TIG(Tungsten Inert Gas), MIG(Metal Inert Gas), CO2, MAG(Metal Active Gas) 용접으로 분류할 수 있다. 이중 TIG 용접은 비소모성인 텅스텐 전극을 이용하여 피 용접물에 가용제를 용융하여 접합하는 용접의 한 방법이다. MIG(Metal Inert Gas) 용접이란 아르곤 가스와 같은 불활성 가스를 보호가스로 하고 용접선이 전극으로 사용되어 전극 자체를 용융시키면서 용접을 행하는 용접방법이며, CO2 용접은 순수 탄산가스만을 보호가스로 하는 것을 CO2 용접이라고 한다. CO2와 아르곤 가스를 적정한 비율(약 8대 2)로 혼합된 가스를 사용하여 아크를 활성화 시키는 용접법을 MAG(Metal Active Gas) 용접이라고 한다.

MIG, CO2, 와 MAG 용접에 있어 펄스제어를 통해서 1펄스 1용적을 실현하여 스패터(Spatter) 저감을 위해 펄스 파형 제어를 사용하게 된다. 상기의 아크 용접을 행하면 모재의 접합 부분에 모재와 가용제가 녹아서 생기는 가늘고 긴 파형의 띠 형상의 비이드(Bead)가 형성되며, 이때 용접기의 전압 및 전류값, 전극과 보호 가스의 유량에 그 형상을 달리하며 펄스 전류를 사용할 경우 모재의 접합 부분의 용입 깊이는 아크력(Arc Force)에 비례하고 아크력은 펄스 전류에 제곱에 비례하여 증가하며 용융지의 크기는 전자 핀치력(Electromagnetic Pinch Force)에 비례하여 증가하며 전자 핀치력은 펄스 전류에 비례하여 증가하게 된다. 그러므로 아크 용접기에서 용접 품질을 결정하는데 있어서 용접 전류 및 펄스 전류를 가변 하는 것은 용접품질을 좌우하게 된다.[1][2]

2.2 지그비 통신 모듈

지그비 통신이란 대용량 데이터 전송에 목적을 둔 블루투스와 달리 저용량 데이터 전송(250kbps), 저소비 전력(1mW 미만)과 낮은 칩 가격 특징으로 PAN(Personal Area Network) 통신규격의 하나로 세계적인 전자부품업체들이 지그비 연합(ZigBee Alliance)을 구성해서 개발 하였으며, 미국전기전자기술자협회(IEEE)는 LAN(Local Area Network) 통신보다 좁은 범위의 무선 통신인 PAN 규격인 지그비 통신을 표준규격으로 채택 했다.[3]

블루투스와 비교해 볼 때 지그비(Zigbee)는 낮은 가격과 긴 전송거리, 낮은 데이터 전송률, 한 개의 건전지로 수년간 수명을 유지할 수 있는 저소비 전력의 특성을 지니고 있으며 다수의 네트워크에 적용이 가능하므로 유비쿼터스 시대의 USN(Ubiquitous Sensor Network) 시스템의 적용에 적합하도록 개발되어졌다.[3]

본 논문에서는 Maxstream사의 Xbee-Pro 2.4(Ghz) OEM

RF 모듈을 사용하였으며, 전송 영역은 실내와 도심지에서는 100(M)이며, 실외에서는 최대 1600(M)의 전송영역을 갖고 있으며, 전송 출력은 60(mW), 25(Kbps) 전송률을 갖고 있으며, 사용전압은 2.8~3.4(V) 이고, 송신 및 수신전류는 각각 3.3(V)에서 270(mA) 와 55(mA)이다. 그림 1은 무선원격제어기에 사용되어진 지그비 무선 통신 모듈의 외형을 나타내고 있다.

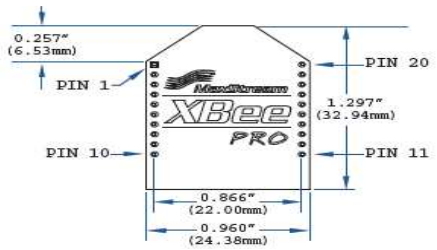
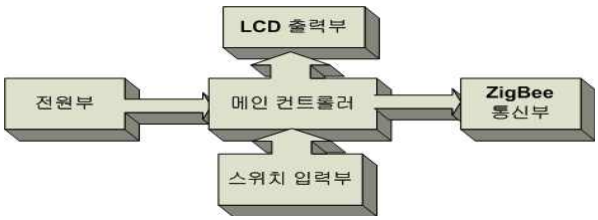


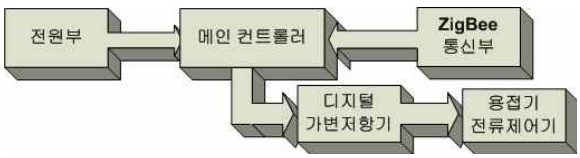
그림 1 사용되어진 ZigBee RF 모듈
Fig. 1 ZigBee RF module

2.3 무선 원격 제어기의 송신부 와 수신부

그림 2는 무선 원격제어기의 송신부를 나타낸다. 스위치 입력부에서 용접전류와 용접펄스 전류가 입력되게 되면 메인 컨트롤러에서 연산을 시작하고 동시에 LCD 출력부에 표시됨과 동시에 송신부의 지그비 통신부을 통해서 지그비 수신부의 통신부를 통해서 메인 컨트롤러를 거쳐 디지털 가변저항기(Potentiometer)를 통해서 용접전원장치 본체의 전류제어기에 전류 및 펄스 전류에 상응하는 값에 알맞도록 전압 레벨을 변환 한 후 전류제어기에 연결되어 용접전류 및 용접 펄스 전류를 조절하게 된다. 따라서, 위의 과정이 정상적으로 실행되게 되면 작업자는 용접기의 토치를 사용하여 설정된 용접전류와 용접펄스를 이용하여 손쉽게 용접 작업을 실행할 수 있다.



(a). 송신부의 구성도



(b). 수신부의 구성도
그림 2 모선 모듈의 송 · 수신부 구성도
Fig. 2 Block diagram of receiver and transmitter controllers

2.4 디지털 가변저항기(Potentiometer)

기존의 무선 제어 시스템은 용접기의 전류제어기와 무선 제어기의 수신부 사이의 인터페이스 레벨이 상이하기 때문에 이를 보상하기 위하여 부가적인 회로를 구성하여 무선 원격제어기와 용접기의 전류제어기 사이의 인터페이스 레벨을 맞추어 주게 됨으로써 회로가 복잡하게 되고, 제어기의 크기가 커지는 등의 단점을 갖지만 디지털 가변저항기를 사용하게 되면 회로의 변경 없이 디지털 가변저항기와 제어 전원을 연결하는 것으로써 제어가 용이해 진다.

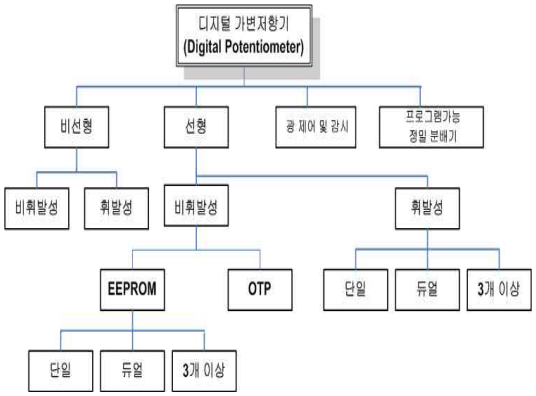


그림 3 디지털 가변저항기의 종류
Fig. 3 types of digital Potentiometer

디지털 가변저항기는 직렬, 병렬, 그리고 Up/Down 스위치 등과 인터페이스(Interface)를 통하여 용도에 따라 32, 64, 128, 258, 1024 탭으로 조정할 수 있으며 탭이 많이 있을 수 록 좀 더 정밀한 저항 값의 제어가 가능 한 저항기이며 일반적인 아날로그 저항기는 기계적인 조절이 필요한 반면 디지털 저항기는 디지털적으로 쉽게 저항 값이 조절이 가능한 저항기의 특성을 갖는다.

또한, 각 탭의 특성이 선형적인 경우와 비선형적인 경우로 나뉘며 메모리의 휘발성과 비휘발성의 특성에 따라서 다양한 종류의 디지털 저항기가 존재한다. 그림 3은 디지털 저항기의 종류들을 도표를 통해 나타내고 있다.

2.5 무선모듈의 성능 분석

본 논문에서는 RF 무선 모듈의 성능분석을 실시하기 위해 실내 테스트와 실외 테스트를 병행하였다. 실험실에서 철문을 닫아놓은 상태에서 한 대의 RF 모듈을 고정시켜놓고 건물 내 여러 장소에서 100회의 송수신 테스트를 실시하였다. 같은 층 복도(약 30[m])에서 테스트 결과 100[%]의 수신 결과을 얻었고, 2층 아래의 중앙복도(직선거리 약 35[m])에서도 100[%]의 결과를 확인하였다. 직선거리 40[m]에 불과하지만 RF 모듈이 갖는 직진성을 고려할 때 닫혀 진 철문과 벽, 다른 층의 악조건에도 불과하고 최소 40[m] 이상의 통신거리가 확보됨을 확인할 수 있었다.

실외 테스트는 RF 통신 모듈이 갖는 직진성으로 인하여 두 모듈 사이의 장애물 등의 간섭 요인이 거리보다 큰 영향을 미쳤으나 시야를 확보한 경우 100[m] 이상에서도 100[%] 수신율을 확인하였다.

표 1. 지그비 실험결과
Table 1. Experimental Results for Zigbee

수신기와의 거리 [m]	2.4 GHz 수신율 [%](10 mW)
50	97
80	93
120	58

지하에서 사용하는 경우를 가정하여 지하철 역내에서 RF 모듈 테스트를 실시하였다. 제기동역 승강장 에서 2.4 GHz모듈을 이용하여 수신기와의 거리 50 [m], 80 [m], 120[m]에서 수신

테스트를 진행 하였다. 실험결과는 표 1과 같은 데이터 수신율을 확인하였다. 또한, 스팩트럼 분석기를 통해서 수신 상태를 확인한 결과 송신과 수신모드의 전류는 모두 55[mA]을 나타내었다. 표 2는 스팩트럼 분석기를 사용한 하여 수신 전류를 측정한 결과를 나타낸다. 그림 4는 XBee-PRO의 송신출력을 10[dBm]로 설정 후 측정한 결과 8.77 [dBm]으로 제품의 사양과 측정결과 사이에 1.23[dB]의 차이를 나타내고 있다.

표 2. XBee-PRO 측정결과

	사양치	측정치
Rx 전류	55 [mA]	55 [mA]
Tx 전류	137 [mA]	55 [mA]
출력전력	10 [dBm]	8.77 [dBm]

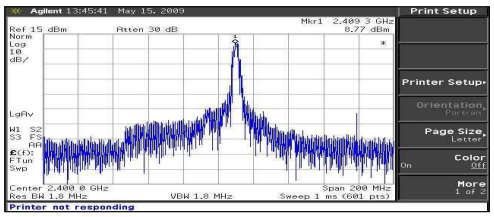
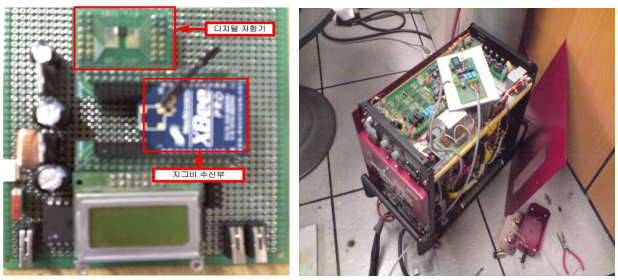


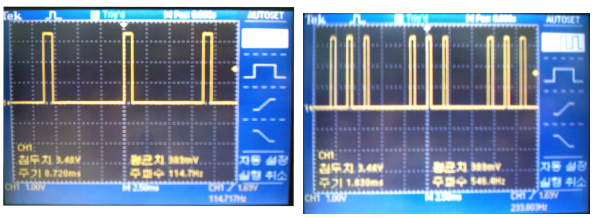
그림 4 사용되어진 RF 모듈의 송신출력
Fig. 4 XBee-PRO Output Power

2.6 송·수신부 구현 결과

그림 5 (a)는 실제 제작되어진 무선 원격 제어기의 수신부를 나타내고 있으며, 그림 5 (b)는 제작되어진 수신부 제어기를 실제 용접기에 장착시킨 모습을 나타낸다. 실험에 사용되어진 디지털 저항기는 Analog Device 사의 AD5290을 사용하였으며 적용 가능 전압은 2.7V에서 30V 까지 이며 256개 탭으로 디지털 저항기의 출력을 제어할 수 있다.

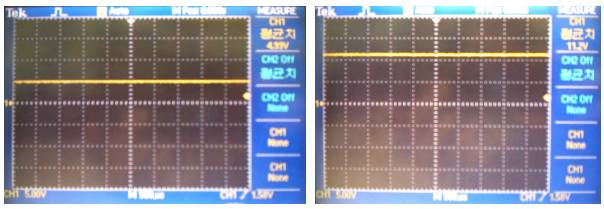


(a) 제작되어진 수신부 (b) 실제 장착되어진 수신부
그림 5 실제 제작 되어진 원격 제어기의 수신부
Fig. 5 Implemented receiver controller in welding machine



(a) 저항기의 CS 출력 (b) 저항기의 SDI 출력
그림 6 디지털 저항기의 CS 와 SDI의 출력
Fig. 6 Outputs of the Cs and SDI terminal

그림 6의 (a)는 디지털 저항기의 CS(Chip Select) Pin의 출력을 나타낸 것으로써 CS의 출력에 의해 디지털 저항기의 동작을 선택하게 된다. 그림 6의 (b)는 디지털 저항기의 SDI(Serial Data Input) Pin의 출력을 나타내는 그림으로써 SDI에 의해 실제 설정치 값이 디지털로 변환되어 디지털 저항기를 동작시키게 된다.



(a) 저항기 출력(4.99V) (b) 저항기의 출력(11.2V)
그림 7 디지털 저항기의 출력
Fig. 7 Output of ditigal resistors

그림 7은 디지털 저항기의 출력을 나타내는 그림으로 그림 7의 (a)는 최대 가변 전류를 500[A]로 했을 때 약 198[A]에 해당하는 전류량이 되며, 그림 7의 (b)는 약 444[A]의 전류량을 나타낸다.

3. 결 론

본 연구를 통해, 디지털 가변 저항기를 이용하여 기존의 아나로그 용접기나 디지털 용접기에 두루 사용가능한 무선리모콘을 개발하였다. 기존의 무선 용접 제어 시스템의 전류제어기와 무선 제어기의 수신부 사이의 인터페이스 레벨이 상이하기 때문에 이를 보상하기 위하여 부가적인 회로를 구성하여 원격 제어기와 용접기의 전류제어기 사이의 인터페이스 레벨을 호환해 주게 됨으로써 회로가 복잡하게 되고, 전류제어기의 크기가 커지는 등의 단점을 디지털 가변저항기를 사용하여 기존 용접기의 제어회로 변경 없이 손쉽게 적용이 가능한 호환성을 갖는 장점과 지그비 무선 모듈을 사용하여 최대 거리 1600[M] 이내에서도 무선으로 데이터 전송이 가능하며 휴대가 편리한 유니버설 무선제어기를 구현 하였으며 실험을 통해 이를 확인 하였다.

본 연구는 중소기업청 2008년도 중소기업기술혁신사업(과제번호:S0807222-A0127240-10100011)의 일부 결과로 지원에 감사드립니다.

참 고 문 헌

[1] 임용식, 김규식, 원충연, 최규하, 목형수, “직류고전압 아크 스타트방식의 펄스 인버터 TIG 용접기,” 전력전자학회논문지 제5권 3호, pp.238-245, 2000. 6

[2] Hae-Ryong Choi, Hyung-Soo Mok, Gyu-Ha Choe, Chung-Yun Won, Gyu-Sik Kim, "Enhanced Characteristics of DCM Converter for Inverter Arc Welding System," *IEEE Power Electronics and Drive Systems PEDS'99*, pp.456-461, July, 1999

[3] 박용만, 김희식, 김규식, 이문규, “지하철 역내 가스 검출 원격 모니터링 시스템 구현“ 2007 정보 및 제어 심포지움, ICS'2007, pp.439~441, .April, 2007.