

## 블루투스를 이용한 10포트 코일리프트 컨트롤러에 관한 연구

김정호\*, 배종일\*\*  
부경대학교\*, 부경대학교\*\*

### Research About 10Port Coil Lift Controller Using Bluetooth

Jeong-Ho Kim\*, Jung-Il Bae\*\*  
Pukyong University\*, Pukyong University\*\*

**Abstract** - 본 연구는 릴레이의 코일 접점 신호의 검출을 송신기에서 코일의 데이터를 검출하고 4-20mA 데이터를 1/5,000까지의 분해능으로 환산하되 블루투스를 이용한 무선통신으로 전송할 수 있도록 하여 송신기의 각 코일에서 검출된 데이터 값을 인디케이터에 전송하고 다시 릴레이 코일 신호로 만들어 표시하고 제어하도록 한 것이다. 데이터의 전송은 1Port 에서 10 Port 까지 릴레이 코일 및 4-20mA 물리량을 이용하여 검출대상의 접점 리액턴스를 각각 측정하여 블루투스를 이용한 무선통신 데이터 값을 송신하는 코일의 접점 송신수단과 상기 릴레이 접점 송신수단으로부터 전송된 데이터 값을 블루투스를 이용하여 무선통신으로 수신한 후, 상기 릴레이 접점에서 전송된 각각의 데이터 값과 전체 물리량으로 연산 처리된 데이터 값을 디스플레이 하고, 데이터의 디스플레이된 값을 통해 리액턴스 출력, 경보음출력, RS232, 4-20mA 출력이 발생되게 하는 인디케이터로 구성하는 블루투스를 이용한 10 Port 코일 리프트 제어 컨트롤러이다.

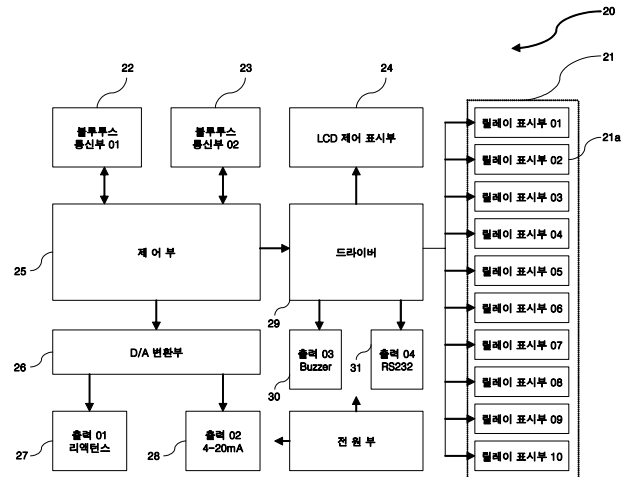
용한 10 Port 코일 리프트 제어 컨트롤러이다.

#### 2.1.1 코일 리프트의 구조

산업현장의 패널에 장착된 릴레이의 접점은 각기 다른 접점값을 가지고 있으며 이러한 접점의 신호를 제어기 즉, 컨트롤러까지 전선 또는 케이블로 연결하는데 이러한 전선과 케이블의 결선은 복잡한 시퀀스 회로를 동반하고 복잡하게 구성되어진다. 접점의 신호와 4-20mA 데이터를 서로 블루투스를 이용하여 무선으로 양방향 제어를 실현함으로써 작업 시 발생하는 원자재 즉, 전선과 케이블 값의 상승과 시퀀스 회로의 구성으로 복잡한 패널이 설치되며 무엇보다 산업현장의 열악한 환경에서의 유지 보수 시 발생하는 인력과 원자재 값을 최소화하고 산업현장의 자동화에 막대한 영향력을 미친다고 하겠다.

#### 1. 서 론

산업이 고도로 발달한 21C에는 데이터 전송이 물고 올 무선 데이터 통신은 산업현장의 적용과 활용은 불가피 하다고 하겠다. 이러한 데이터의 무선화 적용은 산업현장에 지대한 영향력을 미치는 데 기존의 패널과 패널간의 결선은 전선 및 케이블로 이루어져 있으며 설치 장소와 현장 여건에 따라 수 미터에서 수백 미터에 이르기까지도 한다. 이러한 패널의 설치의 주변기기와 연동을 고려하여 제어반을 시퀀스 회로로 복잡하게 구성되어 만들어지고 이러한 제어기의 운영을 위해서는 여러 가지 제어 신호가 필요로 한다. 제어 흐름의 신호는 코일 접점과 4-20mA 및 디지털 신호, 아날로그신호가 주된 데이터인데 이러한 데이터의 전송을 기존의 유선방식에서 블루투스 무선통신으로 개선, 활용하고자 하는 연구이며 특히, 제어기와 패널간에 산발적으로 설치되어 있는 경우에는 블루투스 다자간 통신으로 해결하고자 한다. 또한 현재의 유선방식은 제어기의 접점 출력과 4-20mA의 데이터를 별도로 관리하고 있으며 이를 제어하는 기기역시 접점은 패널의 신호를 받아야하고 4-20mA 데이터를 PLC 데이터를 받아 제어하는 구조로 되어 있기에 패널과 패널의 양방향 제어는 어려운 실정이었다. 이러한 제어를 원활히 하기 위해서 RF 통신이 간혹 쓰여 지는데 이는 무선의 주파수 허가를 받아야하는 불편함과 산업현장내의 노이즈를 인한 데이터의 손실이 발생하고 전과간의 간섭이 현장 적용의 어려움으로 존재하였다.



〈그림 1〉 코일 리프트의 구조

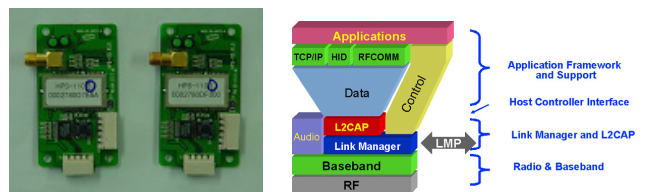
#### 2. 본 론

##### 2.1 코일 리프트와 블루투스 구조

본 논문은 릴레이의 코일 접점 신호의 검출을 송신기에서 코일의 데이터를 검출하고 4-20mA 데이터를 1/5,000까지의 분해능으로 환산하되 블루투스를 이용한 무선통신으로 전송할 수 있도록 하여 송신기의 각 코일에서 검출된 데이터 값을 인디케이터에 전송하고 다시 릴레이 코일 신호로 만들어 표시하고 제어하도록 한 것이다. 데이터의 전송은 1Port 에서 10 Port 까지 릴레이 코일 및 4-20mA 물리량을 이용하여 검출대상의 접점 리액턴스를 각각 측정하여 블루투스를 이용한 무선통신 데이터 값을 송신하는 코일의 접점 송신수단과 상기 릴레이 접점 송신수단으로부터 전송된 데이터 값을 블루투스를 이용하여 무선통신으로 수신한 후, 상기 릴레이 접점에서 전송된 각각의 데이터 값과 전체 물리량으로 연산 처리된 데이터 값을 디스플레이 하고, 데이터의 디스플레이된 값을 통해 리액턴스 출력, 경보음출력, RS232, 4-20mA 출력이 발생되게 하는 인디케이터로 구성하는 블루투스를 이

##### 2.1.2 블루투스의 구조

물리층을 규정하는 RF, 호핑 패턴등을 규정하는 베이스밴드, 패킷의 구성등을 규정하는 링크 매니저, L2CAP와 그 위의 Host System간의 인터페이스를 규정하는 HID와 RFCOMM의 부분으로 나누어진다. 베이스밴드의 상위에서 프레임 구성하거나, 오류 제어, 인증, 암호화등을 여기서 정의하고 있다.

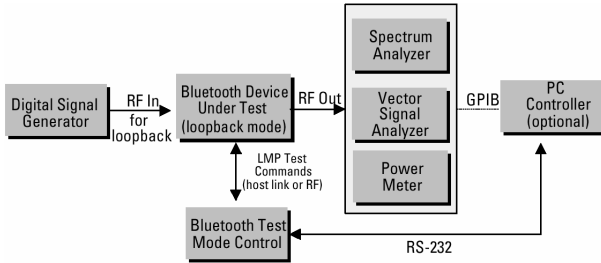


〈그림 2〉 블루투스의 구조

##### 2.1.3 송신기 테스트

송신기의 테스트를 위해서 테스트 받는 BT기기는 루프백모드에 있게 된다. 슬레이브기기 신호생성기로부터 패킷을 받음으로서 버스트 타이밍

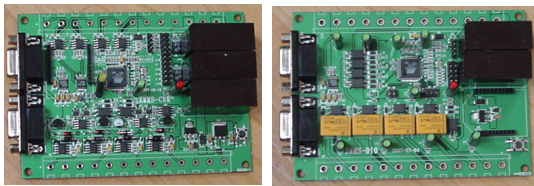
을 생성할 필요가 있다. 이것은 디지털 신호생성기로부터의 신호를 BT 기기의 수신부에 송신하고 분석을 위해 송신기를 통해 되돌려진다. BT 기기의 테스트 모드는 직접적인 디지털기 조절 또는 RF 연결을 통한 프로토콜에 의해 조절되는데 두가지 경우 모두 테스트 모드 조절의 형태를 필요로 한다. 블루투스가 사용하는 주파수 대역에서의 케이블 손실과 미스매치는 테스트 시스템 안에서의 신호 수준에 심각한 영향을 준다.



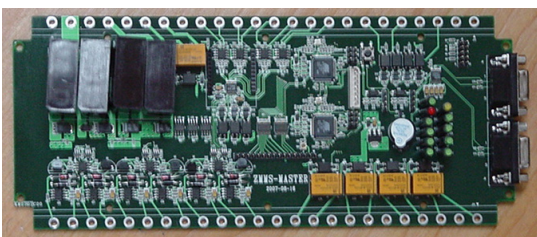
<그림 3> 송신기 테스트의 구조

**2.2 실험방법 및 결과**

Bluetooth(무선데이터)를 이용한 10 Port 코일 리프트 컨트롤러 개발함에 있어 여러 가지 기술적인 측면을 고려해야 하는데 용량별 접점신호의 전송은 인가되는 전류와 코일 값은 코일의 자속에 비례하고 전류는 인가전압에 반비례하므로 인가 전류를 적절히 조절함으로써 코일의 접점과 전송되는 4-20mA를 조절할 수 있어야 하고 입력 전송 시와 제어 시에 출력되는 코일의 값과 4-20mA는 도통 백터 값을 조절한다. 코일의 물리값이 기동 이 되고나면 백터 값을 조절하지 않고 Bluetooth(무선데이터)의 테이블을 통하여 자동적으로 1/5,000 분해능을 투입하는 사항을 고려하여야 한다.



<그림 4> 코일 리프트 PCB [ 송신기 ]



<그림 5> 코일 리프트 PCB [ 수신기 ]

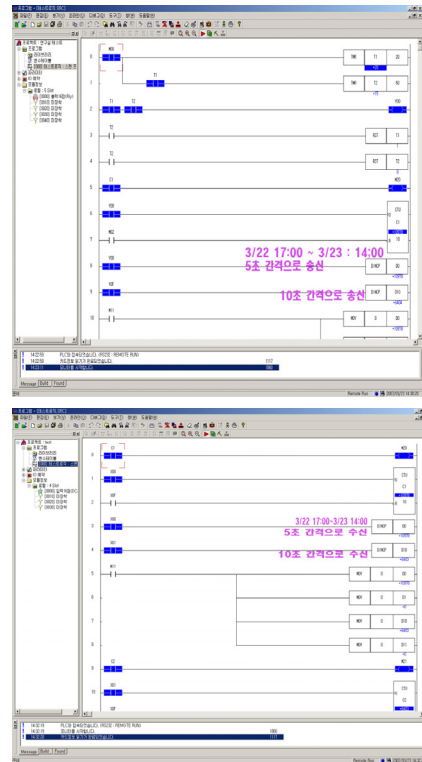
**2.2.1 BlueDAS-L0 10kHz의 샘플링**

아래의 BlueDAS-L0: 10kHz의 샘플링을 스크린샷으로 설정한 것이며 데이터의 전송은 5초 간격으로 송, 수신하도록 PLC Program을 설치한 것이며 동시에 10초 간격으로 송, 수신하도록 PLC Program을 이중 구조로 데이터를 전송하여 데이터를 획득 하였다.

<그림 6> BlueDAS-L0 10kHz의 샘플링

위의 그림처럼 데이터의 수를 2754개를 전송하여 2753개의 패킷을 전송 받았으며 1개의 손실은 데이터의 초기 작업 시 전송 되지 못한 데이터로 이는 초기 블루투스 모듈의 시작점과 PLC Program의 전송 시간의 오차로 오류를 수정하였다.

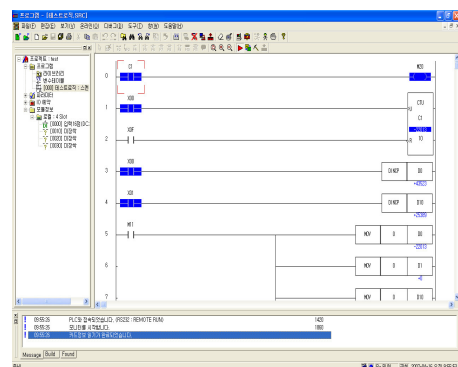
**2.2.2 BlueDAS-L1 10kHz의 샘플링**



<그림 7> BlueDAS-L1 10kHz의 샘플링

위의 BlueDAS-L1: 10kHz의 샘플링을 스크린샷으로 설정한 것이며 데이터의 전송은 5초 간격으로 송, 수신하도록 PLC Program을 설치한 것이며 동시에 10초 간격으로 송, 수신하도록 PLC Program을 이중 구조로 데이터를 전송하여 데이터를 획득 하도록 설정하였으며 BlueDAS-L0 10kHz의 샘플링과 BlueDAS-L1 10kHz의 샘플링의 차이가 없으며 데이터의 변환 주기와 블루투스 모듈의 초기 로딩 시 발생하는 주기는 달랐으며 이는 데이터의 전송량과 관계가 있다는 사실과 전송의 거리와도 패킷의 양이 달라진다는 것을 알 수 있었다.

**2.2.3 BlueDAS-H1: 10kHz의 샘플링**



<그림 8> BlueDAS-H1: 10kHz의 샘플링

위의 BlueDAS-H1: 10kHz의 샘플링을 스크린샷으로 설정한 것이며 데이터를 송, 수신하도록 PLC Program을 설치한 것이며 BlueDAS-L0 10kHz의 샘플링과 BlueDAS-L1 10kHz의 샘플링의 차이는 패킷이 증가한 만큼 데이터의 손실도 정확히 상실되는 것인데 이는 양방향 통신이 가능한 블루투스 모듈이기 때문에 데이터의 변환 주기와 블루투스 모듈의 초기 로딩 시 발생하는 주기와도 일치하는 구조를 가졌다. 이는 데이터의 전송량과 관계가 있다는 사실과 전송의 거리와도 패킷의 양이 달라진다는 것을 알 수 있는 BlueDAS-L0 10kHz의 샘플링과 BlueDAS-L1 10kHz의 샘플링과는 확연한 차이가 발생하는 것이다.

**2.2.4 송, 수신기 테스트 인자**

Receiver tests	Test parameters				
	Frequency hopping	Test mode	Packet type	Payload data	Measurement BER
Sensitivity—single-slot packets	Off On (optional)	Loopback	DH1	PRBS 9	0.1%
Sensitivity—multi-slot packets	Off On (optional)	Loopback	DH5 (DHS)	PRBS 9	0.1%
CI/ performance	Off	Loopback	Longest supported	PRBS 9	0.1%
Blocking performance	Off	Loopback	DH1	PRBS 9	0.1%
Intermodulation performance	Off	Loopback	DH1	PRBS 9	0.1%
Maximum input level	Off	Loopback	DH1	PRBS 9	0.1%

〈그림 9〉 수신기 테스트 인자 구조

Transmitter test	Test parameters				
	Frequency hopping	Test mode	Packet type	Payload data	Measurement bandwidths
Output power • Average power • Peak power	On	Loopback	Longest Supported	PRBS 9	3 MHz RBW 3 MHz VBW
Power density	On	Loopback	Longest Supported	PRBS 9	100 kHz RBW 100 kHz VBW
Power control	Off	Loopback	DH1	PRBS 9	3 MHz RBW 3 MHz VBW
Transmit output spectrum	Off	Loopback	DH1	PRBS 9	100 kHz RBW 300 kHz VBW
Modulation characteristics	Off	Loopback	Longest supported	11110000, 10101010	not specified
Initial carrier frequency tolerance	On & Off	Loopback	DH1	PRBS 9	not specified
Carrier frequency drift	On & Off	Loopback	Longest supported	10101010	not specified
Burst profile <sup>1</sup>	Off	Loopback	not specified	not specified	not specified

〈그림 10〉 송신기 테스트 인자 구조

### 3. 결 론

본 연구를 통하여 아래의 같은 종합적인 결과를 얻을 수 있었는데 종류별로 다 실험을 하지 못한 것이 아쉽지만 가장 많이 사용되는 범용적인 현장을 선택하였다. Bluetooth는 SIG가 결성된 지 2년여라는 짧은 기간 동안 전 세계 2000여개사를 가입시켰고 2005년 20~30억불의 시장을 창출하는 등 비약적 발전을 이루었다. 그러나 아직 Bluetooth가 안고 있는 문제점도 있다. 1Mbps의 저속, IEEE802.11등과의 간섭 문제, 완벽한 상호 호환성을 이루기 위한 인증문제, 그리고 전자 상거래를 위한 보안 문제 등이 있다. 이러한 문제점들은 시간이 지나면 해결이 가능하리라 믿으며, Bluetooth는 이동통신 및 인터넷의 급격한 보급에 편승하여 발전하리라 생각된다. 또한 IEEE802.11의 프로토콜의 해킹에 대한 보안문제가 두각 되면서 이동통신에서의 보안문제가 대두되고 있는 상황에서 IEEE802.15에 대해서도 블루투스의 사용범위가 넓어지면서 그에 따른 결함이 발견되고 현대 사회의 중요한 이슈로 떠오르고 있는 개인정보 보호 및 기업이나 국가의 정보 보호 차원에서 IrDA를 대체하게 될 새로운 무선랜의 개념인 블루투스에 대한 보안 취약점에 대한 연구는 계속되어야 한다고 생각하며 점점의 데이터 전송 뿐만 아니라 시간이 허락한다면 아날로그 데이터의 전송과 영상 전송도 연구할 예정이며 앞에서 언급한 블루투스의 단점을 보완한 Zig-Bee 무선통신의 연구도 병행하고자 한다. 본 논문에서 서술한 산업현장의 무선화는 여러 가지 요소의 제약된 현장과 무선이라는 불안한 선입감을 지속적인 연구를 통하여 보완하고자하며 실용화가 급속하게 진행된다면 공장 자동화의 제어는 필수적으로 무선이 적용 될 것이라 여겨지며 공장 자동화의 근본이 되는 MMI, HMI 구성의 기본 설계가 되리라 확신한다. 많은 데이터의 전송이 요구되는 자동화와 산발적으로 제어가 가능한 Zig-Bee 통신을 본 논문을 통하여 접목한다면 위에서 논의한 문제점을 해결할 수 있을 것이다.

### 〈참 고 문 헌〉

[1]The Technical Staff of Measurement Group, Strain Gage Based Transducers, Measurement Group, pp.7-28 (1989).  
 [2]백중승 외 5인, 힘, 공업진흥청 정밀측정교재 87-014 (1987).  
 [3]주진원, 김승환, 김갑순, 이경원, "VCR 주행장치의 2축 플렌지 반력 측정장치 개발", 대한기계학회논문집(A) 제20권 제7호, pp.2213~2222 (1996).  
 [4]A. Yabuki, "Six-Axis Force/Torque Sensor for Assembly Robots", FUJITSU Sci. Tech. J., Vol.26, No.1, pp.41~47 (1990).

[5]K. Ono and Y. Hatamura, "A New Design for 6-component Force/Torque Sensors", Mechanical Problems in Measuring Force and Mass, pp.39~48 (1986)  
 [6]Y. Hatamura, K. Matsumoto and H. Morishita, "A Miniature 6-Axis Force Sensor of Multilayer Parallel Plate Structure", Proc. Conf. IMEKO, pp.567~582. (1989).  
 [7]김갑순, 강대임, 정수연, 주진원, 병렬판 구조를 이용한 3분력 로드셀 감지부의 설계, 대한기계학회논문집(A) 제21권 제11호, pp.1871~1884 (1997).  
 [8]강대임, 김갑순, 정수연, 주진원, 실험계획법을 이용한 쌍안경식 6축 로드셀의 설계 및 상호간섭 오차 평가, 대한기계학회논문집(A) 제21권 제11호, pp.1921~1930 (1997).  
 [9]IEEE 802.11 standard, "Wireless LAN medium access control(MAC) and physical layer (PHY) specifications," 1997.  
 [10] F. Bennet, "Piconet : embedded mobile networking," IEEE Personal Commun., pp. 8~15, October 1997.  
 [11] K. Pahlavan and A. H. Levesque, Wireless information networks, Wiley- Interscience Publication, 1995.  
 [12] T. Ottosson and A. Svensson, "Multi- rate schemes in DS/CDMA systems," in Proc. VTC '95, pp.1006-1010, 1995.  
 [13] T. H. Wu and E. Geraniotis, "CDMA with multiple chip rates for multi- media communications," in Proc. Information science and systems, pp.992- 997, 1994.