

이동식 복지용구 소독을 위한 스마트 기반의 통합제어시스템 구현

황기현*

Implementation of Integration Control System Based on Smart for Moving Welfare Medical Device Disinfection

Gi-Hyun Hwang*

Division of Computer Information Engineering, Dongseo University, Busan 617-716, Korea

요 약

본 논문에서는 이동식 복지용구 소독을 위한 통합제어시스템을 개발하였다. 통합제어시스템은 과산화수소 증기 공급 제어회로와 저 진공을 이용한 살균 소독챔버 제어회로 및 마이크로버블을 이용한 세탁 제어회로 구성된다. 개발한 통합제어시스템에 대한 동작상태 및 통신 상태 등을 측정하기 위하여 스마트 기반의 원격 제어 및 모니터링 시스템을 구현하였다. 개발한 통합제어시스템에 대한 성능을 평가하기 위해 실험 장치를 구현하였다. 제어회로에 대한 동작상태 및 신호 송수신 등을 측정해본 결과, 정상적으로 동작함을 알 수 있었다. 그리고 스마트 기반의 원격 제어 및 모니터링 시스템과의 연동 테스트에서 개발한 통합제어시스템이 통신상태, 센서 인터페이스 및 제어 면에서 좋은 동작성능을 보였다. 향후 개발한 제어시스템을 실 시스템에 적용하여 그 성능을 증명하는 것이 필요하다.

ABSTRACT

In this paper, an integrated control system for removable welfare equipment disinfection is implemented. The integrated control system consisted of a hydrogen peroxide vapor supply control circuit, a sterilization chamber control circuit using low vacuum, and a washing control circuit using microbubble. A Smart-phone based remote control and monitoring system is implemented to monitor the operating status and communication status for the integrated control system. An experiment is set up to evaluate the performance of the integrated control system. The experiment result confirms that signal and operation status can transmit and receive within the control circuit. The integrated control system shows good performance in terms of sensor interface, communication state and control. In future research, the proposed control system should deploy to an actual system for trial test to prove its performance.

키워드 : 제어회로, 원격제어 및 모니터링, 통합제어시스템, 살균소독

Key word : Control circuit, Remote control and Monitoring, Integration control system

접수일자 : 2014. 05. 27 심사완료일자 : 2014. 06. 19 게재확정일자 : 2014. 07. 04

* **Corresponding Author** Gi-Hyun Hwang(E-mail:hwanggh@gdsu.dongseo.ac.kr, Tel:+82-51-320-1772)

Division of Computer Information Engineering, Dongseo University, Busan 617-716, Korea

Open Access <http://dx.doi.org/10.6109/jkiice.2014.18.9.2251>

print ISSN: 2234-4772 online ISSN: 2288-4165

©This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License(<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.
Copyright © The Korea Institute of Information and Communication Engineering.

I. 서 론

2010년 상반기의 노인장기요양보험 관련 복지용구 시장규모는 월 100억으로 추정되고 있고, 또한 2008년 노인장기요양보험 시행시 7만 8천여명이던 대상자가 2010년 24만 5천여명으로 급속하게 증가하고 있어 시장규모도 점차 증가할 것이다. 특히 2010년 6월 1일부터 수동휠체어, 전동침대, 수동침대, 욕창예방매트리스, 이동욕조, 목욕리프트의 6개 품목은 대여만 가능하도록 전환되어 대여 수요가 증가하고 있다. 회수한 제품을 다시 대여하기 위해서 대여업자는 직접 또는 다른 소독 시설을 이용하여 소독을 시행하여야 하므로 소독 시설에 대한 필요성 증가하고 있다[1].

현재 국내에서는 복지용구의 소독방법은 차아염소산나트륨과 같은 살균제를 분무하거나 100도씨 이하의 저온에서 장시간 가열하여 살균할 수 있는 제어시스템에 대한 연구가 많이 진행되고 있다. 일부 소독시설에서는 밀폐 챔버에 복지용구를 넣고 오존이나 EO가스를 투입하여 살균하는 장치를 개발하여 사용하고 있다[1].

소독하고자 하는 대상물을 끓는 물에 투입하여 살균하는 자비소독(열탕소독)은 온도가 100C까지 상승하므로 일반적인 병원균에 효과가 있으나 아포균에는 효과가 없거나 살균하는데 장시간 소요되고 이러한 시스템을 통합적으로 관리 및 제어할 수 있는 제어시스템 개발은 아직까지 미흡한 상태이다.

복지용구를 이동식 차량에 탑재하여 소독에 대한 필요성이 증가하고 있고, 이동식 차량에서 복지용구를 살균 및 소독을 할 수 있는 제어장치 개발이 필요하다. 그리고 미산성 차아염소산수를 이용한 살균방식은 아포균까지 살균할 수 있으므로 소형화하여 의료기관에서 소형 기구를 살균 소독하는데 사용할 수 있는 제어장치 개발이 요구된다[2-5].

본 논문에서는 이동식 복지용구 소독을 위한 통합제어시스템을 개발하였다. 개발한 통합제어시스템은 과산화수소 증기 공급 제어회로와 저 진공을 이용한 살균 소독챔버 제어회로 및 마이크로버블을 이용한 세탁 제어회로를 개발하였다. 개발한 통합제어시스템에 대한 동작상태 및 통신 상태 등을 측정하기 위하여 스마트 기반의 원격 제어 및 모니터링 시스템을 구현하였다. 이동식 복지용구 소독을 위한 통합제어시스템에 대한 실현가능성을 입증하였다.

II. 복지용구 소독용 제어시스템 개발

2.1. 과산화수소수 증기 공급 시스템 제어 회로

그림 1은 과산화수소수 증기 공급 시스템 제어 회로에 대한 하드웨어 구성을 나타내었다. 그림에서 보는 것처럼, DC 48V 입력전압을 이용하여 MCU와 DC 전원 제어부의 입력전원으로 사용하기 위해 DC24V, DC5V 생성하는 전원회로, DC 전원 제어부는 DC 전압과 대 전류를 제어하기 위하여 MOS FET 전력제어 회로가 내장되어 있다. 그리고 USART를 이용한 RS-485 통신과 Bluetooth 통신이 가능하도록 설계하였다.

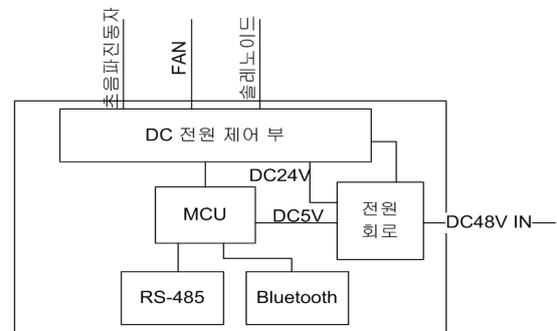


그림 1. 과산화수소수 증기 공급 시스템 제어회로 구성
Fig. 1 Configuration of control circuit for oxygenated water steam supply system

그림 2는 과산화수소수 증기 공급 시스템 제어 회로에 대한 S/W 흐름을 나타내었다. 통신 선택 스위치에 따라 RS485와 Bluetooth 통신을 결정하고 통신에서 들어오는 패킷 정보에 따라 각종 제어장치를 제어한다. MCU는 DC 전원 제어부를 이용하여 초음파진동자, FAN, 슬레노이드를 동작시키는 ON/OFF를 신호 보낸다.

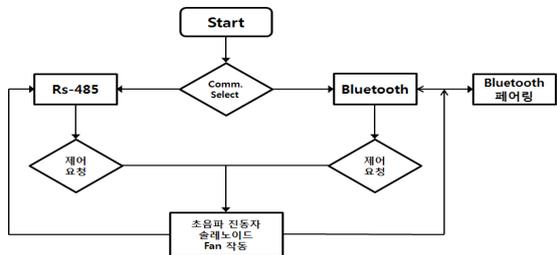


그림 2. 과산화수소수 증기 공급 시스템 신호 흐름
Fig. 2 Flowchart of signal for oxygenated water steam supply system

2.2. 저 진공을 이용한 살균 소독 챔버 제어 회로

그림 3은 저 진공을 이용한 살균 소독 챔버 제어 회로에 대한 하드웨어 구성을 나타내었다. 그림에서 보는 것처럼, DC 24V 전원을 DC 5V 전원으로 변환하는 전원 회로, 진공펌프와 히터를 구동하기 위한 AC 전원 제어부, 솔레노이드와 LED 조명을 제어하기 위한 DC 전원 제어부로 구성되어 있다. 그리고 MCU에는 RS485와 Bluetooth 통신 모듈이 연결되어 있고, 외부기기에서 각종 센서 데이터를 수신하는 센서 인터페이스가 내장되도록 설계하였다. 높은 전압의 높은 전류 기동을 위한 접점 출력 회로 설계, AC noise등에 의한 오동작을 최소화하는 회로 설계, OP AMP를 이용한 온도 센서 인터페이스 회로 설계 및 USART를 이용한 RS-485, 블루투스 인터페이스 설계하였다.

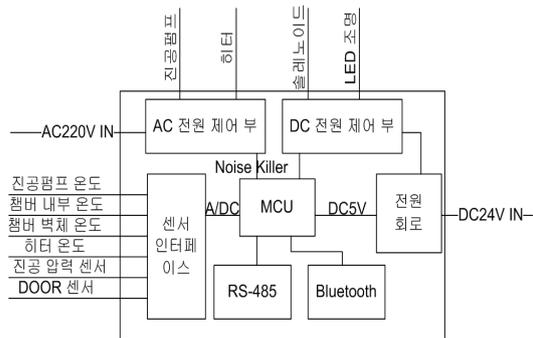


그림 3. 살균 소독 챔버 제어회로 구성
Fig. 3 Configuration of control circuit for disinfection chamber control

그림 4는 저 진공을 이용한 살균 소독 챔버 제어 회로에 대한 S/W 흐름을 나타내었고, 신호 흐름을 요약하면 다음과 같다. 통신 선택 스위치에 따라 RS-485 및 Bluetooth 통신을 선택한다. Bluetooth 통신인 경우 페어링 과정을 진행하도록 프로그램을 구현하였다. 상태 요청은 온도, 습도 및 압력에 대한 센서 데이터 신호를 요청한다. 수신한 센서 데이터 신호는 RS485 또는 Bluetooth 통신을 통해 스마트 단말기로 전송된다. 스마트기반의 원격제어 및 모니터링 시스템은 수신된 신호를 분석하여 해당기기를 제어하였다. 제어요청은 통신 패킷이 제어 패킷일 경우 해당하는 제어기기의 전원을 인가하여 작동시킨다. 신호는 진공, 히터, 솔레노이드 등의 외부기기를 구동할 때 사용한다.

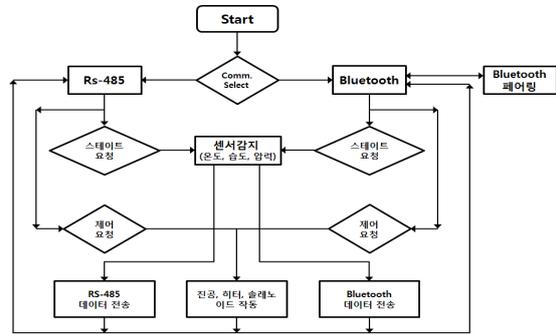


그림 4. 살균 소독 챔버 제어 회로에 대한 신호 흐름
Fig. 4 Flowchart of signal for disinfection chamber control circuit

2.3. 마이크로 버블을 이용한 세탁 제어회로

그림 5는 마이크로 버블을 이용한 세탁 제어회로에 대한 하드웨어 구성을 나타내었다. 그림에서 보는 것처럼, DC 24V 전원을 DC 5V로 변환하는 전원회로, 진공 펌프, 히터, 콤프레셔 및 배수펌프를 제어하기 위한 AC 전원 제어부와 솔레노이드를 제어하기 위한 DC 전원 제어부를 구성된다. 각종 외부기기로부터 아날로그 센서 데이터 신호를 수신하기 위한 센서 인터페이스와 RS485, Bluetooth 통신이 있는 MCU로 구성된다. 취합된 센서 정보를 A/D converter를 통해 변환하여 RS485 및 Bluetooth 통신 프로토콜에 맞게 변환하여 스마트 단말기로 전송하도록 설계하였다.

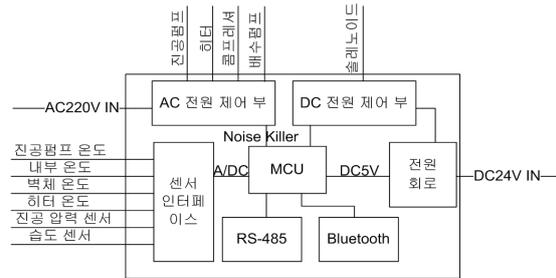


그림 5. 마이크로 버블을 이용한 세탁 제어회로 구성
Fig. 5 Configuration of control circuit for wash system using micro bubble

마이크로 버블을 이용한 세탁 시스템 제어 회로에 대한 S/W 흐름은 살균 소독 챔버 제어 회로와 유사하게 신호흐름을 제어하도록 구현하였다. 통신 선택 스위치에 따라 Rs-485 및 Bluetooth 통신을 선택한다. Bluetooth

통신인 경우 페어링 과정을 진행하도록 프로그램을 구현하였다. 상태요청은 온도, 습도 및 압력에 대한 센서 데이터 신호를 요청한다. 수신한 센서 데이터 신호는 RS485 또는 Bluetooth 통신을 통해 스마트 단말기로 전송된다. 제어요청은 통신 패키지가 제어 패키지일 경우 해당하는 제어기기의 전원을 인가하여 작동시킨다. 신호는 진공, 히터, 배수펌프, 콤프레서 등의 외부기기를 구동할 때 사용한다.

III. 사례연구

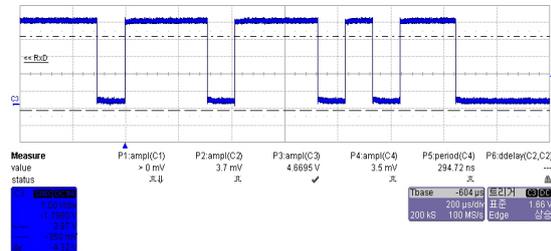
3.1. 과산화수소수 증기 공급 시스템 성능평가

개발한 과산화수소수 증기 공급 시스템 제어 회로에 대한 시작품은 그림 6에 나타내었다. 시작품은 PIC16F690를 사용하였고, 통신기능으로 RS485와 Bluetooth 통신 모듈을 내장하고 있다. 외부제어기를 구동하기 위해서 DC 전원 제어부가 탑재되어 있다.

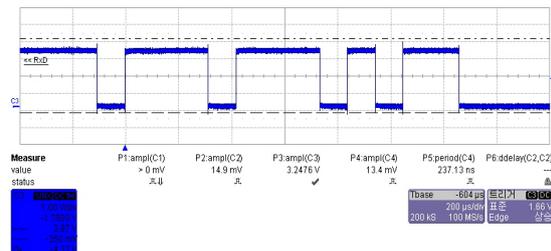


그림 6. 과산화수소수 증기 공급 시스템의 성능평가
Fig. 6 Performance evaluation of oxygenated water steam supply system

그림 7은 RS485와 Bluetooth 통신 모듈에서 Smart 단말기와 제어보드로 데이터가 송수신되는 신호를 오실로스코프로 측정된 파형이다. 그림에서 보는 것처럼, RS485와 Bluetooth 통신 모듈에서 Smart 단말기로 데이터를 송수신 시 오실로스코프에서 원하는 제어 및 상태신호가 정확하게 측정됨을 알 수 있다. 그림 7(a)는 제어보드에서 Smart 단말기로 전송되는 상태 신호를 나타내었고, 그림 7(b)는 Smart 단말기에서 제어보드로 전송되는 제어신호를 나타내었다. 그림에서 보는 것처럼, PIC16F690에서 USART에 연결된 Bluetooth 모듈이 정상적으로 동작하고 있음을 알 수 있다.



(a)



(b)

그림 7. 과산화수소수 증기 공급 시스템의 송수신 신호 (a) 제어보드에서 메인보드로 전송되는 RX 신호 (b) 메인보드에서 제어보드로 전송되는 TX 신호

Fig. 7 Transmit/receive signal of oxygenated water steam supply system (a) RX signal (b) TX signal

3.2. 살균 소독 챔버 제어 회로 성능평가

개발한 저 진공을 이용한 살균 소독 챔버 제어 회로에 대한 시작품은 그림 8에 나타내었다. 시작품은 메인 MCU로 PIC16F690를 사용하였고, 통신기능으로 RS485와 Bluetooth 통신 모듈을 내장하고 있다. 그리고 외부제어기를 구동하기 위해서 AC/DC 전원 제어부와 외부에서 들어오는 각종 센서 데이터를 수신하기 위해 센서 인터페이스 칩을 내장하고 있다.



그림 8. 살균 소독 챔버 제어 회로의 성능평가
Fig. 8 Performance evaluation of disinfection chamber control circuit

a) MCU 클락(clock) 신호 테스트 : 그림 9는 저 진공을 이용한 살균 소독 챔버 제어 회로에 내장된 MCU (PIC16F690) 클락(clock) 신호를 측정하였다. 그림에서 보는 것처럼, MCU로 내부클락을 이용해서 구동하는 PIC16F690를 사용하였기 때문에 직접 MCU 클락을 측정할 수 없다. 따라서 MCU에서 SPI 통신을 이용하여 외부로 전송되는 신호를 측정하였다. 개발한 저 진공을 이용한 살균 소독 챔버 제어 회로는 정상적으로 동작하고 있음을 알 수 있다.

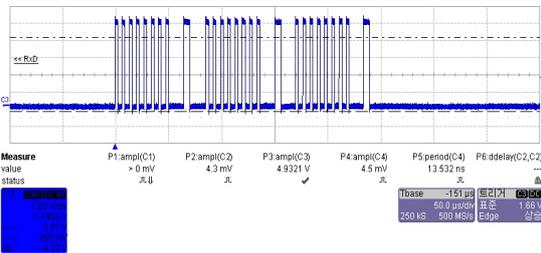
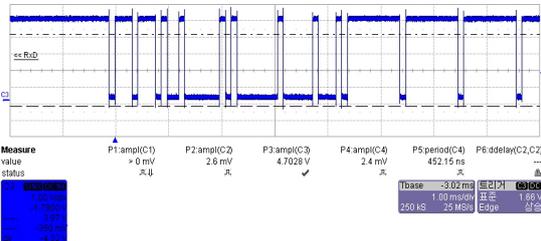
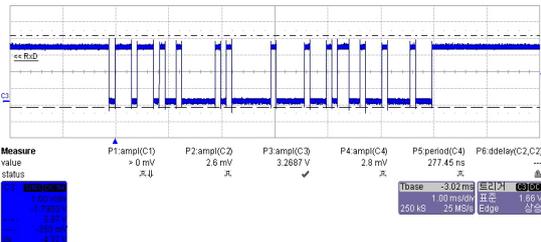


그림 9. PIC16F690 MCU에서 측정된 SPI 신호
Fig. 9 SPI signal measured PIC16F690 MCU



(a)



(b)

그림 10. 살균 소독 챔버 제어 회로의 송수신 신호 (a) 제어보드에서 메인보드로 전송되는 RX 신호 (b) 메인보드에서 제어보드로 전송되는 TX 신호
Fig. 10 Transmit/receive signal of disinfection chamber control circuit (a) RX signal (b) TX signal

b) RS485와 Bluetooth 통신 테스트 : 저 진공을 이용한 살균 소독 챔버 제어 회로는 과산화수소수 증기 공급 시스템 제어회로의 통신 모듈을 이용하여 동일하게 구현하였다. 그림 10은 RS485와 Bluetooth 통신 모듈에서 Smart 단말기와 제어보드로 전송되는 데이터를 오실로스코프로 측정한 파형을 나타내었다. 그림 10(a)는 제어보드에서 Smart 단말기로 전송되는 상태 신호를 나타내었고, 그림 10(b)는 Smart 단말기에서 제어보드로 전송되는 제어신호를 나타내었다. 그림에서 보는 것처럼, RS485와 Bluetooth 통신 모듈에서 Smart 단말기로 데이터를 송수신 시 오실로스코프에서 원하는 제어 및 상태신호가 정확하게 측정됨을 알 수 있다. PIC16F690에서 USART에 연결된 통신 모듈이 정상적으로 동작하고 있음을 알 수 있다.

3.3. 세탁 시스템 성능평가

개발한 마이크로 버블을 이용한 세탁 시스템 제어 회로에 대한 시작품을 나타내었다. 시작품은 MCU로 PIC16F690, 통신기능으로 RS485와 Bluetooth 통신, 그리고 외부기기를 구동하기 위해서 AC/DC 전원 제어부와 각종 센서 데이터를 수신하기 위해 센서 인터페이스부로 구성되어 있다.



그림 11. 마이크로 버블을 이용한 세탁 시스템의 성능평가
Fig. 11 Performance evaluation of wash system using micro bubble

a) MCU 클락(clock) 신호 테스트 : 그림 12는 개발한 마이크로 버블을 이용한 세탁 시스템 제어 회로에 내장된 MCU(PIC16F690) 클락(clock) 신호를 측정하였다.

사용한 MCU는 내부클럭을 사용하기 때문에 직접적으로 클럭 신호를 측정할 수가 없다.

따라서 MCU에서 외부로 전송되는 SPI 신호를 측정하였다. 그림에서 보는 것처럼, 1GHz의 디지털오실로스코프를 이용하여 MCU(PIC16F690)에서 외부로 데이터 신호를 전송하는 SPI 핀에 플러그를 접속하여 신호를 측정하고 있는 사진을 나타내었다. 오실로스코프에서 측정된 MCU의 SPI 통신 신호를 나타내었다. 따라서 본 과제에서 개발한 마이크로 버블을 이용한 세탁 시스템 제어 회로는 정상적으로 동작하고 있음을 알 수 있다.

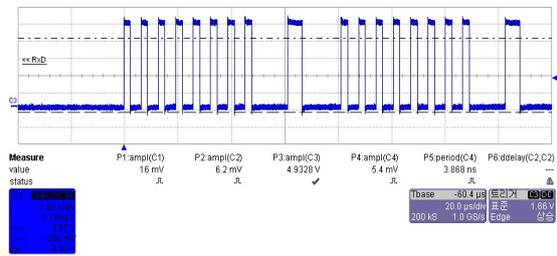
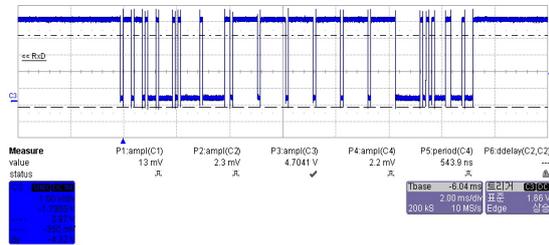
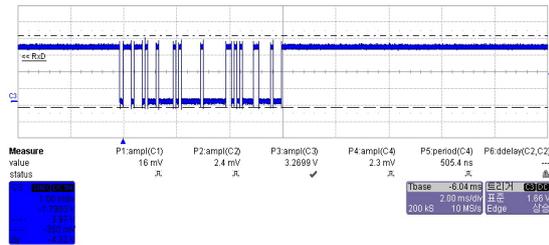


그림 12. PIC16F690 MCU에서 측정된 SPI 신호
Fig. 12 SPI signal measured PIC16F690 MCU

b) RS485와 Bluetooth 통신 테스트 : 마이크로 버블을 이용한 세탁 시스템 제어 회로에 대한 RX/TX 신호를 측정하였다. RS485 통신 신호는 SN75167A 칩에서 측정하였고, Bluetooth 통신 신호는 FB755AC 모듈에서 측정하였다. 그림 13은 RS485와 Bluetooth 통신 모듈에서 Smart 단말기와 제어보드로 전송되는 데이터를 오실로스코프로 측정한 파형을 나타내었다. 그림에서 보는 것처럼, RS485와 Bluetooth 통신 모듈에서 Smart 단말기로 데이터를 송수신 시 오실로스코프에서 원하는 제어 및 상태신호가 정확하게 측정됨을 알 수 있다. 그림 13(a)는 제어보드에서 Smart 단말기로 전송되는 상태 신호를 나타내었고, 그림 13(b)는 Smart 단말기에서 제어보드로 전송되는 제어신호를 나타내었다. 그림에서 보는 것처럼, PIC16F690에서 USART에 연결된 Bluetooth 모듈이 정상적으로 동작하고 있음을 알 수 있다.



(a)



(b)

그림 13. 세탁 시스템의 송수신 신호 (a) 제어보드에서 메인보드로 전송되는 RX 신호 (b) 메인보드에서 제어보드로 전송되는 TX 신호

Fig. 13 Transmit/receive signal of wash system (a) RX signal (b) TX signal

3.4. 스마트 기반의 제어 및 모니터링

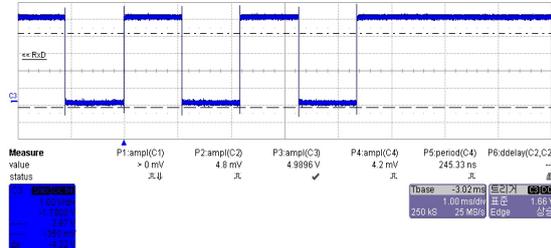
본 연구에서 개발한 이동식 복지용구 소독을 위한 통합제어시스템에 대한 성능을 평가하기 위하여 스마트 기반의 원격 제어 및 모니터링 시스템을 구현하였다. 그림 14는 스마트 기반의 원격 제어 및 모니터링 시스템을 나타내었다. 그림 14(a)는 전체 시스템에 대한 성능평가를 수행하고 있는 실험 장치를 나타내었고, 그림 14(b)는 원격 제어 및 모니터링 상태를 나타내었다.

셋톱박스의 RS485 신호선은 별도로 제작된 통신용 PCB에서 취합하여 안드로이드 보드의 RS485 포트에 연결하였다. 그림 15(a)는 이동식 복지용구 소독을 위한 통합제어시스템과 통신 상태를 테스트하는 사진을 나타내었다. 그림 15(b)는 디지털오실로스코프를 이용하여 외부시스템에서 입력되는 신호에 대한 파형을 측정하였다. 그림에서 보는 것처럼, 센서 인터페이스에 연결된 진공펌프 온도, 챔버 내부온도, 챔버 벽면온도, 히터온도, 진공압력센서, 습도센서 등의 신호를 나타내었다.

이동식 복지용구 소독을 위한 스마트 기반의 통합제어시스템 구현



(a)



(b)

그림 15. 통신 신호 테스트 (a) 통신 상태 테스트 (b) 센서 인터페이스 신호

Fig. 15 Test of communication signal (a) Test of communication condition (b) Signal of sensor interface



(b)

그림 14. 스마트 기반의 원격 제어 및 모니터링 시스템 (a) 성능평가 실험 장치 (b) 원격 제어 및 모니터링

Fig. 14 Remote control and monitoring system (a) Experimental equipme (b) Remote control and monitoring



(a)

IV. 결 론

본 논문에서는 스마트 기반의 이동식 복지용구 소독을 위한 통합제어시스템을 개발하였다. 통합 제어시스템은 과산화수소 증기 공급 시스템과 저 진공을 이용한 살균 소독을 위한 제어시스템 및 마이크로버블을 이용한 세탁 제어시스템을 개발하였다. 스마트 기반의 제어시스템에 대한 성능을 평가하기 위하여 실험 장치를 구현하였고, 제어회로의 동작상태 및 통신 상태 등을 측정하였다. 원격 제어 및 모니터링 시스템과의 연동테스트를 실시하였다. 개발한 통합제어시스템에 대한 성능을 평가하기 위해 실험 장치를 구현하였다. 제어회로에 대한 동작상태 및 신호 송수신 등을 측정해본 결과, 정상적으로 동작함을 알 수 있었다. 그리고 스마트 기반의 원격 제어 및 모니터링 시스템과의 연동 테스트에서 개발한 통합제어시스템이 통신상태, 센서 인터페이스 및 제어 면에서 정상적인 동작 상태를 보임일 알 수 있었다. 향후 개발한 제어시스템을 실 시스템에 적용하여 그 성능을 증명하는 것이 필요하다.

감사의 글

본 논문은 산업통상자원부, 부산광역시에서 지원하는 동서대학교 유비쿼터스 어플라이언스 지역혁신센터에서 지원받았음(과제번호. B0008352). 2014년도 동서대학교 학술연구조성 지원과제의 연구결과로 수행되었음.

REFERENCES

- [1] G. H. Hwang “Development of Control System with Android Operation System for Dentistry Integrated Device”, *Journal of the Korea Institute of Information and Communication Engineering*, v.16, no.3, pp.635-642, 2012.
- [2] S. K. Park, “Remote control of individual modules based on mobile phone and web”, *Journal of the Korea Institute of Information and Communication Engineering*, v.15, no. 4, pp. 780-788, 2011.
- [3] J. H. Yoon et al, “An Implementation of Automobile Remote Control System using WIPI” *Proceedings of the Korea Institute of Signal Processing and Systems Conference*, vol. 6, no. 2, pp.298-301, 2005.
- [4] H. J. Kim et al, “A Interface Card Design and Implementation for Remote Control”, *Proceedings of the Korea Institute of Signal Processing and Systems Conference*, vol. 1, no. 1, pp.57-60, 2000.
- [5] B. H. Kim, “Design and Implementation of Cloud Computing Monitoring System Based on Android”, *Journal of the Korea Institute of Information and Communication Engineering*, v.17, no. 7, pp.1627-1632, 2013.



황기현(Gi-Hyun, Hwang)

1996년 부산대학교 전기공학과 석사 졸업

2000년 부산대학교 전기공학과 박사 졸업

2003년 현재까지 동서대학교 컴퓨터정보공학부 교수

※관심분야 : RFID/USN, 임베디드 시스템, 영상처리, 진화연산, 지능제어