JKSCI

한국컴퓨터정보학회논문지
Journal of The Korea Society of Computer and Information
Vol. 25 No. 6, pp. 17-23, June 2020
https://doi.org/10.9708/jksci.2020.25.06.017

Protocol Monitor System Between Cortex M7 Based PLC And HMI

Ki-Su Kim*, Jong-Chan Lee*, Heon-Seong Ha*

*Student, School of Computer Information Engineering, Kunsan University, Kunsan, Korea
*Professor, Dept. of Computer Information Engineering, Kunsan University, Kunsan, Korea
*Student, School of Computer Information Engineering, Kunsan University, Kunsan, Korea

[Abstract]

In this paper, collecting real-time data frames that occur during RS232 communication between an HMI and PLC of automation equipment by sniffing real-time information data frames through MCU without modification of the HMI or PLC, a method is proposed that allows users to collect data without being dependent on the modification of PLC and HMI systems. The user collects necessary information from the sniffing data through the parsing operation, and the original communication interface is maintained by transmitting the corresponding sniffing frame to the destination. The MCU's UART communication interface circuit is physically designed according to the RS232 communication standard, and this additionally improves efficiency more so than an interrupt-based system by using the DMA device inside the MCU. In addition, the data frame IO operation is performed by logically separating the work of the DMA interrupt service routine from the work of the main thread using the circular queue. Through this method, the user receives the sniffing data frame between the HMI and PLC in RS232 format, and the frame transfer between PLC and HMI arrives normally at the original destination. By sniffing the data frame without further modification of the PLC and HMI, it can be confirmed that it arrives at the user system normally.

▸ **Key words**: ARM Cortex M7, PLC Communication Interface, STM_Uart_Dma, Dma_Uart_Interrupt, Uart system Sniffing

[요 약]

본 논문에서는 자동화 설비 장비의 HMI와 PLC간 RS232 통신 시에 발생하는 실시간 데이터 프레임의 수집을 위하여, 별도의 HMI 혹은 PLC의 수정 없이 MCU를 통하여 실시간 정보 데이터 프레임을 스니핑 함으로서, 사용자가 PLC, HMI 시스템의 수정 작업에 종속되지 않고 데이터를 수집할 수 있는 방법을 제안한다. 사용자는 스니핑 데이터로부터 파싱작업을 통하여 필요한 정보를 수집하고 해당 스니핑 프레임을 목적지로 송신함으로서 본래의 통신 인터페이스를 유지한다. RS232 통신규격으로 MCU의 UART통신 인터페이스 회로를 물리적으로 설계하고, 더불어 MCU내부 DMA장치를 사용함으로서 인터럽트기반 시스템 보다 효율을 개선한다. 또한 환형큐를 사용하여 DMA인터럽트 서비스 루틴의 작업과 메인 스레드의 작업을 논리적으로 분리함으로서 데이터 프레임 IO 작업 처리를 수행한다. 이 방법을 통하여, 사용자는 RS232 규격으로 HMI, PLC간 스니핑 데이터 프레임을 수신하고 PLC와 HMI 간의 프레임 전송이 원래의 목적지에 정상적으로 도착하며 PLC와 HMI의 추가적인 수정 없이 데이터 프레임을 스니핑 함으로서 사용자 시스템에 정상적으로 도착함을 확인할 수 있다.

▸ **주제어**: 코어텍스 M7, PLC 통신 인테페이스, 비동기통신 직접 메모리 접근, 비동기통신 직접 메모리 접근 인터럽트, 비동기통신 시스템 스니핑

• First Author: Ki-Su Kim, Corresponding Author: Jong-Chan Lee
*Ki-Su Kim (vennomnight1@kunsan.ac.kr), School of Computer Information Engineering, Kunsan University
*Jong-Chan Lee (chan2000@kunsan.ac.kr), Dept. of Computer Information Engineering, Kunsan University
*Heon-Seong Ha (ei91081@kunsan.ac.kr), School of Computer Information Engineering, Kunsan University
• Received: 2020. 04. 21, Revised: 2020. 05. 27, Accepted: 2020. 05. 31.

http://www.ksci.re.kr pISSN:1598-849X | eISSN:2383-9945

I. Introduction

인더스트리 4.0(industry 4.0)은 독일 총리가 주도하여 진행한 산업관련 정책이다. 이 정책은 제조업 같은 전통 산업에 IT 시스템을 결합하여 생산 시설들을 네트워크화 하고 지능형 생산 시스템을 갖춘 스마트 공장(Smart Factory)으로 진화하자는 뜻을 가지고 있다[1]. 이를 위해 스마트팩토리의 전문적인 관리가 요구되고 있다. 산업 현장의 상황에 능동적으로 대처할 수 있는 스마트팩토리 정보시스템의 보급이 증가함에 따라서, 자동화 장비의 실시간 센서, 생산량, 전력 등의 데이터를 기반으로 생산 현황, 생산 계획수립, 품질 관리 등의 기업 경영에 기여하고 있다. 이러한 설비 데이터기반으로 실시간 현황 파악, 계획, 품질 관리 등 실제 이익을 측정 할 수 있는 MES(Manufacturing Execution System)와 같은 제조 실행시스템을 활발하게 현장에 도입 하고 있다[2]. MES란 원자재 투입부터 공정, 제품생산까지 생산의 모든 과정을 데이터로 기록하여 생산의 효율을 높일 수 있는 최적화된 정보를 제공하는 통합 생산 관리 시스템이다[2].

기존 현장에 설치되어 있는 대부분의 PLC, HMI 혹은 제어컨트롤 보드는 MES 연동에 대한 부분이 고려되지 않아 정보 수집이 어렵거나 혹은 작업자 수기 등에 의한 방법으로 데이터를 수집한다. 작업자 수기의 방법은 데이터의 신뢰도가 떨어 질 수 있다. 기존의 설비 PLC, HMI 혹은 제어컨트롤 보드와 MES 간에 연동하기 위해서는 PLC, HMI 개발 업체 또는 제어컨트롤 보드 업체에 통신 인터페이스 개발을 별도로 의뢰해야 하고, 중도 업체가 도산을 하는 경우에는 MES와 기존 PLC, HMI 및 제이컨트롤의 연동이 불가 할 수도 있다. 본 연구에서는 PLC 및 HMI를 별도로 수정하지 않고 PLC, HMI 간 실시간 통신 정보 프레임(스니핑)을 획득 할 수 있는 방안을 제시한다. 2장에서 UART통신 및 DMA장치 관련 기술을 소개하고, 3장에서 MCU장치의 UART통신, DMA장치를 활용하여 사용자에게 스니핑 통신 프레임을 제공하는 구성을 직접 구현한다. 4장에서 본 논문에 대한 결론을 도출한다.

II. Preliminaries

1. UART Communication and RS232,RS485 Interface

최근에는PLC , HMI, 제어컨트롤 보드에 이더넷이 많이 추가 장착되어 IOT 및 MES설비 인터페이스를 고려하고 있다. 하지만 데이터 수집 및 모니터링을 위한 SCADA(데이터 수집 장치) 시스템이 구축되어 있어도 자동화 장비의 실시간 정보를 획득하기 위해서는 PLC, HMI 업체 또는 제어컨트롤보드 업체를 통하여 통신 인터페이스 장치를 추가 의뢰를 해야 된다[6]. 4차 산업혁명 이전에 자동화 공정 설비가 구축되어 있는 PLC, HMI 혹은 제어컨트롤 보드의 통신 인터페이스는 주로 RS232, RS485를 사용하였다. RS232란 전자 장비 간 데이터를 전송하는 비동기 통신 프로토콜이다. RS232는 하나의 신호 선을 이용해서 1비트씩 시리얼 전송을 수행한다. 데이터는 오직 한 방향으로만 전송될 수 있기 때문에 양방향 통신을 위해서는 2개의 선이 필요하고, 2개의 선은 그라운드 선과 같이 묶여서 동작하기 때문에 동작을 위한 최소한의 선의 개수는 3가닥이 필요하다. RS485는 반이중 통식방식이며 송· 수신을 동시에 할 수 없다. RS485는 통신을 위하여 2선식 방식과 4선식 방식이 있으며 주로 2선식을 사용한다. 2선식 방식은 TX+와 RX+, TX-와 RX-를 두 가닥의 전선(Twisted Pair)로 연결하여 통신 하여, 모든 디바이스가 마스터(Master)로써 멀티 마스터 구조로 운영되고 라인을 통하여 송, 수신이 이루어진다. RS485시스템은 Fig.1 참조

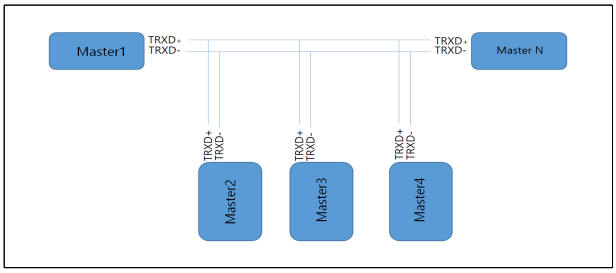


Fig. 1. RS485 System Architecture

2. Direct Memory Access (DMA)

DMA는 특정 하드웨어 하위 시스템이 중앙 처리 장치(CPU)와 독립적으로 주 시스템 메모리 (RAM)에 액세스 할 수있게 해주는 컴퓨터 시스템의 기능이다. DMA가 구성 되어 있는 MCU 또는 CPU를 사용하게 되면 시간이 오래걸리는 I/O관련 처리 부분을 DMA로 처리하는 경우가 많다. DMA는 우선 CPU를 통하지 않고 주변장치에 제어권을 주어 직접 주기억장치와 데이터를 주고 받는 방식으로 액세스를 하고 CPU의 개입 없이 동작을 하여 입.출력 속도가 향상이 된다. Stm32F746IGT6 Cortax M7 MCU는 내부에 DMA장치를 구성 하고 있어 CPU의 개입 없이 입,출력 장치를 DMA로 처리 할 수 있다.

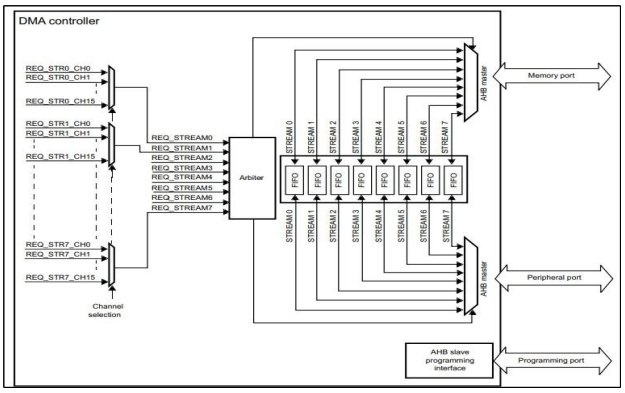


Fig. 2. DMA Controller Block Diagram

Fig. 2는 DMA Controller Block Diagram이다. 각 REQx_STRx_CHx을 통하여 신호가 오면 MUX를 통하여 어느 핀인지 구분을 하고 DMA STREAM을 통하여 데이터가 MUC내부 DMA버퍼로 이동되고 버퍼에서 순차적으로 메모리에 접근하게 된다. 내부 DMA버퍼는 FIFO의 구조를 가지고 있다.

III. The Proposed Scheme

본 논문에서는 PLC, HMI간 통신의 프레임 획득을 할 수 있도록 Stm32F746IGT6 Cortax M7 MCU의 UART 주변장치를 사용하여 RS232통신을 구현한다. UART(Universal asynchronous receiver/transmitter)는 병렬 데이터의 형태를 직렬 방식으로 전환하여 데이터를 전송하는 컴퓨터 하드웨어의 일종이다. UART는 일반적으로 EIA RS-232, RS-422, RS-485와 같은 통신 표준과 함께 사용한다. UART 통신은 1개의 입출력 핀을 통해 8개 비트를 한 번에 전송한다. STM32F746 이하 (MCU)의 UART장치는 RS232에서 사용하는 신호 레벨과 MCU UART의 신호 레벨(TTL)이 다르므로 별도의 변환 장치를 사용하여 레벨을 변환시켜 주어야만 사용이 가능하다.

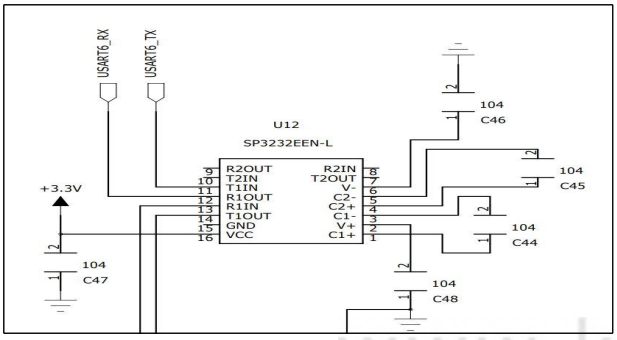


Fig. 3. SP3232 TTL Level To Rs232 Circuit

Fig. 3은 MCU에서 UART 통신을 수행 하면 실제 TTL 전기 신호를 RS232의 물리적 전기 신호로 변환하여 송신을 하는 회로이다. TTL신호는 노이즈 마진이 너무 작어 (0V~5V)작은 노이즈가 첨가 되어도 오류가 생길 수 있다. 그래서 나온 것이 RS-232C 통신 규격이고 위아래가 대칭인 +,-5 V 양전압을 쓰기 때문에 노이즈 마진이 더욱 크다.

본 논문의 실험을 위하여 PLC는 LS산전의 XGK-CPUE 모델과 Easyview HMI IE 8071 7인치 터치 패널을 사용하였고, 통신 프레임 중계를 위한 타깃 MCU는 STmicrochips사의 STM32F746 MCU를 사용한다[4].

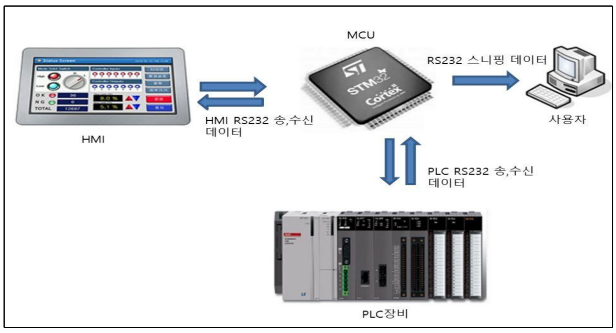


Fig. 4. Rs232 Communication Forward System Architecture

Fig. 4는 본 논문에서 사용되는 전체 시스템 구성도 이다. HMI에서 RS232통신 인터페이스로 STM32F746 MCU에 데이터를 전송하고 MCU에서 받은 데이터를 그대로 PLC로 전송한다. 이 과정 시에 MCU의 다른 UART드라이버를 통해 필요한 프레임을 사용자에게 전송한다. STM32F746 MCU는 CubeMx라는 IDE툴을 사용하여 프로그래밍을 한다. 타깃 MCU를 기준으로 3개의 UART 장치와 2개의 DMA 장치 2개의 환형 큐를 구성한다. 2개의 환형큐는 각 IO응답을 분리하기 위하여 UART3번의 응답 데이터를 가지는 큐 한 개와 HMI로부터 요청을 받아들이는 UART6번의 큐로 구분된다. UART1번은 사용자에게 스니핑 데이터를 송신하고 별도의 큐는 사용하지 않는다.

타깃 MCU는 최대 8개의 UART드라이버 장치를 포함하고 DMA기능을 지원한다. 본 논문의 타깃 MCU에서 UART1, UART3, UART6의 장치를 활용하고 추가적으로 2개의 수신 DMA 스트림 장치를 사용하여 시스템 개발 및 실험을 수행한다.

CubeMx의 타깃 MCU 핀 설정은 Table 1과 같이 정의한다. 타깃 MCU UART 통신의 파라미터 설정은 Baud_Rate 9600 Bits/s, 데이터 길이는 8Bits 패리티 None 스탑 비트 1로 설정한다[3]. UART1 global interrupt Enabled, DMA2 stream2 global interrupt

Enabled 추가하여 인터럽트 기능을 활성화하고 프로그램 코드를 작성한다. UART3, UART6의 장치도 UART1과 파라미터는 동일하고, 프로그램 로직 구조는 Fig. 4.와 같다.

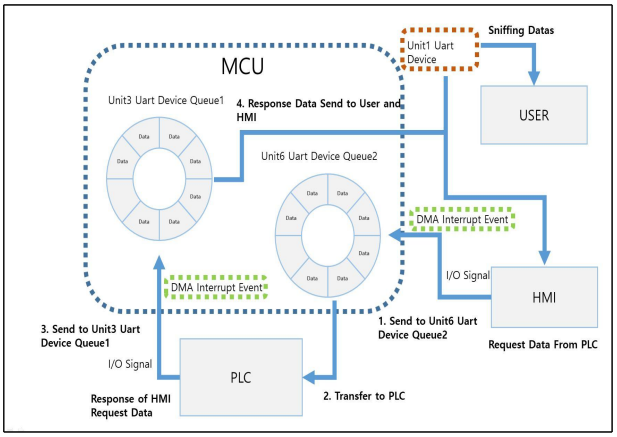


Fig. 5. Program Logic Architecture

Fig. 5에서 점선 사각형은 MCU내부의 장치를 표현한다. I/O(RS232) 신호가 입력되면 DMA 장치로 데이터를 전송 후 DMA 인터럽트가 발생된다. MCU에서 DMA 인터럽트로 발생된 데이터는 UART 인터럽트 콜백 함수를 통하여 데이터를 전달받고, 전달 받은 데이터는 즉시 환형 큐에 데이터를 전달한다. 큐에 데이터가 있다면 인터럽트 루틴이 아닌 일반 루틴에서 큐의 데이터를 하나씩 읽어 UART 데이터 전송 함수를 통하여 UART1, UART3, UART6장치에 각 각 데이터를 전송한다.

Table 1. Target MCU Pins Description

Pin Number	Pin Name	Pin Type	Alternate Function
115	PC6	I/O	UART6TX
116	PC7	I/O	UART6RX
120	PA9	I/O	UART1TX
121	PA10	I/O	UART1RX
139	PC10	I/O	UART3TX
140	PC11	I/O	UART3RX

Table 1은 실제 Stm32F746IGT6 Cortax M7의 본 논문에서 사용되는 물리적 핀 설정 넘버, 타입, 기능을 표현하였다.

IV. Experiment

1. Experiment Environment

본 논문은 중소기업이 현장에서 직면하는 문제의 해결 방안을 제시했으므로, 알고리즘 측면이나 시스템 측면에서 제안된 방법의 비교 대상을 찾을 수 없었다. 따라서 제안된 방법의 구현 소스, 설정 방법 그리고 모니터링 결과에 중점을 두어 실험한다.

본 논문의 실험 환경은 윈도우10, 터치 작화를 위한 Easyview Pro, PLC 래더 작화에 필요한 LS 산전 XG5000프로그램을 사용한다. PLC란 산업 환경에서 사용되는 특별히 설계된 운영체제이고 논리, 시퀀스 타이밍, 카운터 등 사용자가 프로그래밍이 가능한 장비이다[7].

2. Experiment Result and Analysis

MCU UART 콜백 함수는 Fig. 6과 같이 구현한다. HAL_UART_RX_CpltCallback 함수의 원형은 MCU의 Stm32f7xx_hal_uart.c 파일에 정의되고, Uart 인터럽트 핸들러의 원형을 확인하면 __Weak HAL_UART_RX_CpltCallback(UART_HandleTypeDef *huart) 함수를 찾을 수 있다. ARM의 경우 특별한 컴파일러 지시자가 있고, 핸들러 원형 함수 앞부분에 정의된 __Weak 지시어이다. 이 지시어가 사용된 함수는 다른 로직에서 함수를 재정의 하여 사용 할 수 있으며, 원형 함수를 재 정의하여 사용한다. 함수의 재정의 부분의 로직은 UART3, UART6의 인터럽트가 발생하면 Queue_push 함수를 통하여 각 장치에 할당 되어 있는 큐 자료구조에 UART 수신 데이터를 넣고 콜백 함수가 종료된다.

```
void HAL_UART_RxCpltCallback
(UART_HandleTypeDef *huart)
{
    if(huart->Instance == USART3)
    {
        queue_push(QUEUE1,rxdata3);
    }
    else if(huart->Instance == USART6)
    {
        queue_push(QUEUE2,rxdata6);
    }
}
```

Fig. 6. Function Override

Fig. 7과 같이 메인 스레드에서 큐를 폴링 하면서 UART 수신 데이터가 있다면, UART1 장치에 스니핑 데이터를 송신하고 UART3 장치의 UART 데이터는 UART6으로 ROUTE하여 데이터를 송신 UART6의 UART수신 데이터는 UART3으로 ROUTE하여 송신하고 UART1장치로 모니터링용(스니핑) 데이터를 송신한다.

```
while(1)
{
    if(Queue_Available(QUEUE1))
    {
        char data = queue_pop(QUEUE1);
        HAL_UART_Transmit(&huart6,&data,NUMBER,10);
        HAL_UART_Transmit(&huart1,&data,NUMBER,10);
    }
    if(Queue_Available(QUEUE2))
    {
        char data = queue_pop(2);
        HAL_UART_Transmit(&huart3,&data,NUMBER,10);
     }
     MX_LWIP_Process();
}
```

Fig. 7. Main Thread Logic

PLC의 설정 부분은 Fig. 8과 같이 PLC는 모드버스 RTU 서버로 동작하고 비트 읽기, 쓰기 영역의 시작 주소는 P00000 워드 읽기, 쓰기 주소는 D00000 구역으로 설정한다. 접속 설정 탭을 보면 채널1, 채널2가 있으며 채널 1은 RS232, 채널 2는 RS422 혹은 RS485로 설정이 가능하다. PLC의 설정은 채널 1로 하였고 통신 속도는 9600, 국번은 1번으로 설정하여 실험한다.

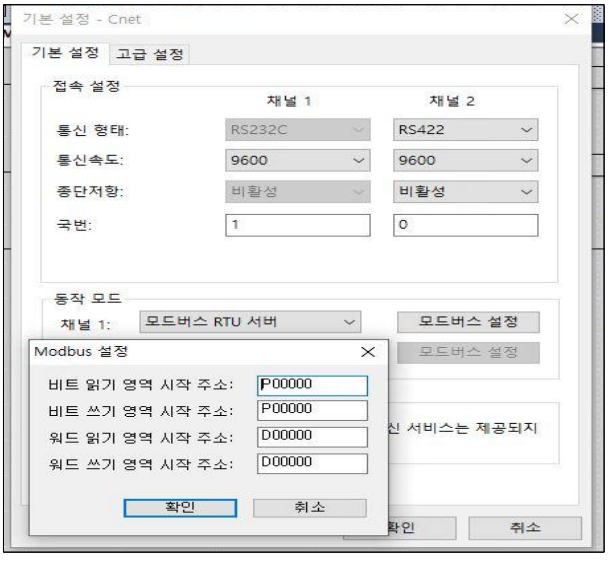


Fig. 8. PLC Communication Setup

Fig. 9과 같이 PLC Ladder를 작성하였다. 실험을 위해서는 비트영역과 워드영역이 필요하고 비트영역의 주소는 P00000, 워드영역의 주소는 D00000으로 Ladder 작업을 수행한다. Ladder의 0번째 줄의 로직은 0 혹은 1 또는 A접점 NO(Normally Open) B접점 NC(Normally Close)으로 표현한다. 표현 가능한 비트 영역의 주소 P00000의 버튼이 A접점에서 B접점으로 변하면 PLC의 내부 CTU 함수를 호출하여 버튼의 로직 변화 횟수를 계수한다. 4번째 줄의 Ladder는 P00000의 버튼의 로직이 A접점에서 B접점으로 로직이 변하면, PLC 내부 MOV 함수를 호출하여 워드주소 D00000의 데이터를 PLC 내부 메모리 영역 M0000주소로 데이터를 복사한다[4-9].

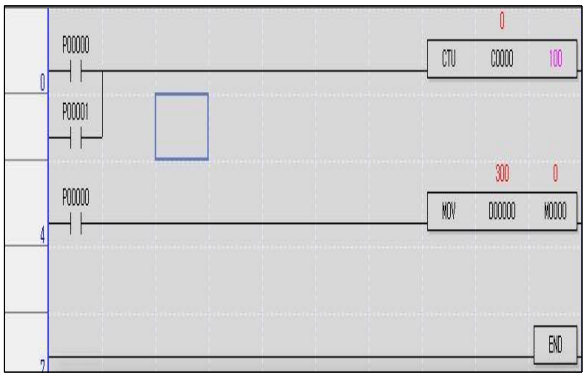


Fig. 9. PLC Ladder

Fig. 10에서 HMI(Human Machine Interface)의 시스템 파라미터 설정 탭이며 파라미터로는 HMI는 Modbus Rtu Client모드로 동작하며, COM1포트 전송속도는 9600, 패리티 None 데이터 길이 8, 스탑 비트 1, 국번 1로 하여 PLC와 통신이 가능하도록 파라미터를 설정한다.

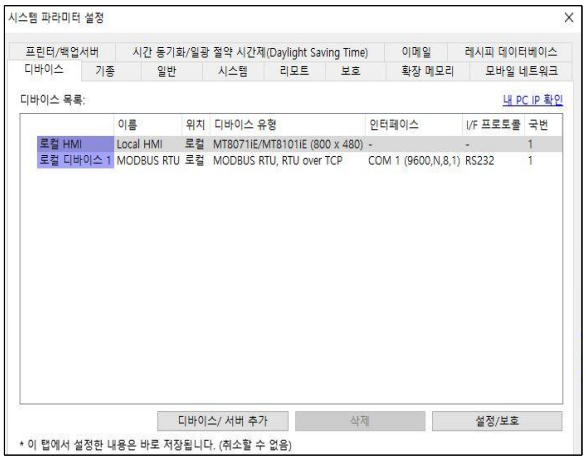


Fig. 10. HMI Setup

Fig. 11과 같이 On/Off만 가능한 비트 램프 오브젝트와 WORD 오브젝트를 추가하여 PLC의 비트주소와 워드주소를 각각 사용 할 수 있도록 작화 작업을 하고 실험을 진행한다[10].

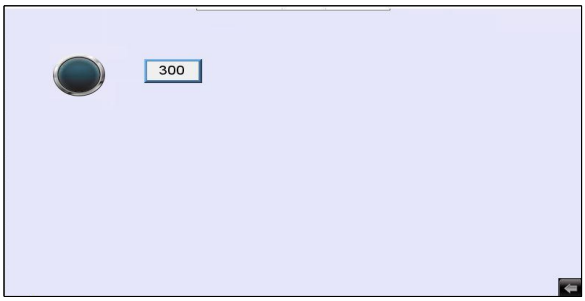


Fig. 11. HMI Screen

Fig. 12와 같이 HMI와 PLC간 통신 프레임을 RS232 규격으로 소프트웨어를 설계하고 최종 실시간 데이터 프레임을 사용자에게 송신 및 모니터링이 가능하도록 하였다. HMI에서 PLC간 통신 프레임을 MCU를 통하여 HMI <-> MCU <-> PLC 로 데이터를 전송하여 원 데이터의 이동은 문제없이 통신이 되고 더불어 HMI <-> MCU -> Client 방향으로 데이터를 전송하여 사용자가 스니핑 데이터를 수신이 가능하도록 하였다. 즉 사용자에게 송신이 불가능한 실시간 데이터 프레임을 MCU를 통하여 원 목적지로 송신하면서, 동시에 사용자에게 실시간 데이터 프레임을 송신하고 사용자는 수신한 데이터 프레임 프로토콜 파싱을 통하여 원하는 작업을 가능케 하였다.

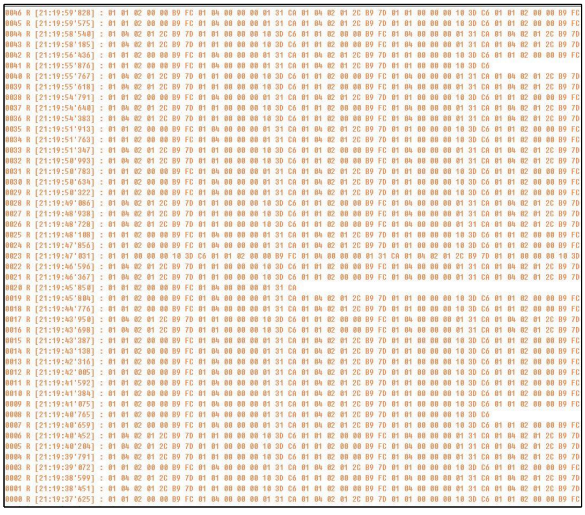


Fig. 12. HMI To PLC Frame Monitoring

인터럽트 서비스루틴에서 환형큐를 활용하여 작업 간 일처리의 분리를 진행함으로서, 인터럽트가 없을 시점에 메인 스레드에서 작업시간이 많이 필요로 하는 I/O작업을 수행하고 이를 통하여 사용자와 원 목적지로 데이터 프레임을 송신하였다. 사용자는 실시간 데이터 프레임을 확인하고 해당되는 프로토콜의 파싱작업을 통하여 자동화 장비의 실시간 정보를 얻을 수 있다.

V. Conclusions

점차적으로 수요가 증가되는 스마트팩토리 시스템에서 기존의 RS232 통신으로는, HMI와 같이 사용하던 자동화 설비 장비에서 PLC, HMI의 수정 없이는 사용자에게 실시간 데이터 송신이 불가능하다. 본 연구에서는 MCU의 DMA 기능을 활성화, 실시간 정보 데이터 프레임 스니핑, 그리고 환형큐를 활용한 데이터 프레임 IO처리 등을 통하여 시스템의 안정성 및 성능을 충족시켰다. 프로토콜의 파싱작업은 프로토콜 확인 작업과 더불어 소프트웨어로 로직 개발하는 번거로움이 남아있다. 향후 자동화시스템의 통신 프레임을 MCU에서 프로토콜의 종류를 파악하여 사용자에게 알려주고 데이터 파싱로직을 추가 하여 사용자의 선택 사항으로 원하는 데이터를 바로 수신 받을 수 있도록 성능 개선을 위한 연구를 진행할 계획이다.

REFERENCES

[1] Jae-Jun Oh, Seong-Ju Choi, and Jin-Sa Kim, “Development of Multiple Wireless Communication Controller for Smart Factory Construction,” J. Korean Inst. Electr. Electron. Mater. Eng, Vol. 30, No. 9, pp. 602-608, September 2017 DOI: https://doi.org/10.4313/JKEM.2017.30.9.602

[2] So Jeong Nam, Seung Woo Lee, Jai-Kyung Lee, “Behaviour Data Acquisition of Equipment in real-time by using PLC ,” The Korean Society of Mechanical Engineers, pp. 2368-2371, November 2012

[3] Jae-Jun Oh1, Seong-Ju Choi2, and Jin-Sa Kim3, “Development of Multiple Wireless Communication Controller for Smart Factory Construction,” J. Korean Inst. Electr. Electron. Mater. Eng, Vol. 30, No. 9, pp. 602-608, September 2017 DOI:https://doi.org/10.4313/JKEM.2017.30.9.602

[4] Clive Seguna , Luke Tanti , Jeremy Scerri, Kris Scicluna, “A Low-Cost Real Time Monitoring System for an Industrial Mini-Climatic Chamber,” IECON 2019 - 45th Annual Conference of the IEEE Industrial Electronics Society,” pp. 14-17 Oct. 2019. DOI: 10.1109/IECON.2019.8927396

[5] M. Martinez Flores et al., "Implementation of control algorithms in a climatic chamber", International Conference on Mechatronics Electronics and Automotive Engineering, pp. 107-112, 2016. DOI: 10.1109/ICMEAE.2016.028

[6] G. Jayanthi ,S Arunachalam, K Praveen ,Krishnan P S Unni,“Cost Effective SCADA for Remote Monitoring and Control for Effective Process Automation Using HMI,”2018 International Conference on Power, Energy, Control and Transmission Systems (ICPECTS), pp. 22-23 Feb. 2018. DOI: 10.1109/ICPECTS.201

8.8521608

[7] P. K. Bhowmik ; S. K. Dhar,“Boiler gas burner management system automation using PLC,” 2012 7th International Conference on Electrical and Computer Engineering, pp. 20-22, December 2012. DOI: 10.1109/ICECE.2012.6471702

[8] P.K. Shadhu Khan ; Abdullah-Al-Noman ; Rajib Kumar Dey,"PLC based operation of three natural gas generator models- a learing aid for undergraduate students," IEEE Third International Conference on Power Systems Kharagpur, pp. 27-29, December 2009. DOI: 10.1109/ICPWS.2009.5442778

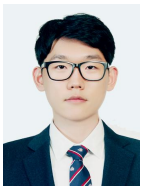
[9] Hugh Jack, Automating Manufacturing Systems with PLCs. Version ,http://claymore.engineer.gvsu.edu/~jackh/books/plcs/

[10] Easy View Co., Ltd. ,“EasyView User Manual,” Easy View Co.Ltd, pp.92, 2015.

Authors

Ki-Su Kim received the B.S., M.S. degrees in Computer Information Engineering from Kunsan University, Korea, in 2016, 2017, respectively. Ms. Kim is currently a Ph.d Course in the Department of Computer Information Engineering, Kunsan University. He is interested in Embedded Systems, PCB Design and Machine Learning, and Control System.

Jong-Chan Lee received the M.S. and Ph.D. degrees in computer science and engineering from Soongsil University, Korea, in 1996 and 2000 respectively. Dr. Lee was a senior member of engineering staff in Mobile Telecommunication Research Laboratory, Electronics and Telecommunications Research Institute (ETRI) from 2000 to 2005. Since 2005, he has worked in the Department of Computer Information Engineering, Kunsan National University as an professor. His current research interests are in the areas of dada analysis and deep learning



Heon-Seong Ha received the B.S. degrees in Computer Information Engineering from Kunsan University, Korea, in 2018 respectively. Ms. Ha is currently a M.S. Course in the Department of Computer Information Engineering, Kunsan University. He is interested in Web Programming, Block Chain System