

Modbus 프로토콜을 이용한 프로세스 데이터 모니터링 시스템 개발에 관한 연구

°서인호*, 문복산*, 김경엽*, 김영일*, 천행춘*, 유영호**
(한국박용기관학회)

A Study on the Process Data Monitoring System using the Modbus Protocol

°I.H. Seo* · B.S. Mun* · G.U. Kim* · Y.I. Kim* · H.C. Chun* · Y.H. Yu**
(KOSME)

Abstract : This Paper describes a monitoring system using Modbus protocol and RS485 interface applied in many industrial field. We developed hardware to receive analog sensor output and monitoring program to communicate with hardware and carried out experiment with potentiometer for plant sensor. Through online communication between Master and Slaves, we convinced the usage of this systems. Also plant data file that saved in Excel format is convenient in writing various type of documents.

Key Words : Modbus, Master, Slave, Main unit, Local unit

1. 서론

최근 산업 플랜트의 공정제어 시스템은 복잡하고 대규모화됨에 따라 고장 발생시 경제적 손실과 위험성이 증폭되어 규정된 안전성과 신뢰성 확보가 요구된다. 따라서 산업 플랜트의 현재 상태를 감시하고 파악하는 모니터링 시스템의 요구는 필수적이라 할 수 있다. 또한 실시간 모니터링은 제어에서 시간 응답을 해석할 때나 시스템 Identification과 같은 분야에 응용이 가능하며 저장된 플랜트의 데이터 파일은 그래프로 볼 수 있으므로 보고서를 작성하거나 시스템 분석에 아주 유용한 자료가 된다.

이러한 모니터링 시스템의 개발에는 통신 인터페이스와 프로토콜이 필수적이다.

통신 인터페이스는 다음과 같이 현재 산업

사회에서 가장 많이 쓰이고 있는 RS232와 differential 모드를 이용하여 노이즈에 강하고 전송 거리가 긴 RS422, RS485 등이 있다. 통신 프로토콜에는 선박에서 주로 쓰이는 Modbus와 리모트 입출력용으로 인텔사에서 만든 Bitbus, 공정제어용으로 로즈마운트사에서 만든 Hart, 자동차용으로 쓰이는 CAN, 빌딩 자동화용으로 Echelon사에서 만든 LON, CNC에서 쓰이는 Sercos, 범용적인 용도로 사용할 수 있도록 설계된 FIP, Profibus가 있다.

이 중에서 Profibus, FIP는 독일, 프랑스의 국가 표준이며 CAN은 국제 표준으로 되어 있다. 본 연구에서는 일대다 통신의 모니터링 시스템을 구현하기 위하여 산업사회에서 널리 쓰이고 있으며 구현이 쉽고 염가인 RS485 인터페이스와 Modbus 프로토콜을 이용하였다. 또한 Intel 80C196KC를 이용한 H/W와

Windows 운영체제 하에서 동작하는 PC 상에서 실시간 모니터링 시스템을 구축하고 그 유용성을 입증하고자 한다.

2. 모니터링 시스템의 구성

2.1 H/W(Hardware)의 구성

그림 1은 개발된 모니터링 시스템의 H/W(Hardware) 구성도를 나타낸다. 전체 시스템은 Local과 Main Unit의 두 부분으로 되어 있다.

Local Unit은 디스플레이(LCD) 모듈, 상태 표시(LED) 모듈, Key 모듈, A/D 확장 모듈, 통신 모듈과 부저로 구성되어 있다.

Intel 80C196KC 마이크로프로세서를 이용한 Local Unit의 각 부분은 다음과 같이 제어된다.

A/D 확장 모듈을 통해서 64 점의 아날로그 센서 출력을 입력으로 받아들인 후 디스플레이 모듈에 4 점씩 표시한다. Key 모듈을 통하여 채널을 선택적으로 볼 수 있으며 각종 파라미터들을 조정할 수 있다. 플랜트에 이상이 생겨서 경보가 발생하면 디스플레이 모듈에 해당 센서 입력이 표시되며 상태 표시 모듈에는 해당 센서 경보 LED가 점등하고

경보가 울린다.

Local Unit는 통신 모듈을 이용하여 Main Unit과 데이터를 주고 받는다.

디스플레이 모듈은 4Line 20 Character의 LCD이며 상태 표시 모듈은 LED로써 Power, High/Low Alarm, RxD/TxD의 5개로 되어 있다. 각각의 LED는 해당 상태가 되면 점등된다. Key 모듈은 디스플레이 모듈상의 원하는 채널을 보기 위해서 위 아래로 조작하는 Up/Down Key와 각종 파라미터들을 조작하기 위해서 사용하는 Set/Enter Key로 구성되어 있다. 전체 채널 수, High/Low Alarm 값, High/Low Scaling 값들의 파라미터들을 조정할 수 있다.

A/D 확장 모듈은 80C196KC의 A/D 8 채널과 아날로그 Mux를 8개 사용하여 총 64 채널까지 아날로그 센서 입력을 받아들일 수 있으며 10bit A/D 변환을 한다.

Main Unit은 PC로써 Modbus 프로토콜과 RS485 인터페이스를 이용한 일대다 통신을 통하여 Local Unit들을 제어하고 관리 한다.

Main Unit에서는 Local Unit의 각종 파라미터들을 Setting 할 수 있으며 Local Unit으로부터 받은 Data는 실시간의 그래프와 Digital 값의 형태로 볼 수 있다. 또한 데이터는 Excel Format으로 저장되기 때문에 보

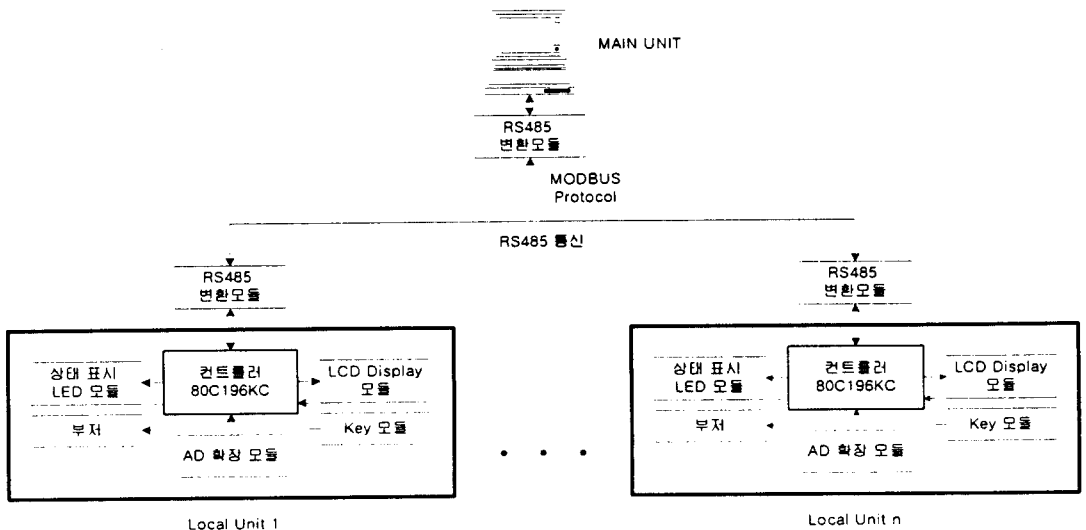


그림 1 모니터링 시스템의 전체 구성도

고 서류를 작성하거나 다양한 형태의 그래프로 플랜트를 분석하는 등 다양한 용도로 쓰일 수 있다.

Local Unit은 독립적으로 동작하며 Main에서 요청이 있을 때만 해당 일을 수행한다.

2.2 S/W(Software)의 구성

2.2 Local S/W(Software)의 구성

개발된 프로그램은 실시간 제어를 위하여 모두 assembly 언어로 작성되었고 그림 2는 이렇게 개발된 S/W의 구성도이다.

S/W는 해당 Channel을 계속 순차적으로 보여주는 Normal Display 모드, Key Event에 의해서 동작하는 채널 Up/Down 모드와 Parameter Set 모드, Main과 Data를 주고받는 통신 모드, 플랜트 센서의 출력을 입력으로 받는 AD 변환 모드, Alarm이 발생하면 경고음을 내는 경보 모드로 되어 있다.

시스템은 시작과 함께 Normal Display 모드에서 플랜트의 아날로그 데이터를 4 채널씩 LCD에 순차적으로 표시한다. Key Event에 의해서 Key Up/Down 모드와 파라미터 Set 모드를 수행하며 파라미터 변경 중에도 시스템은 정해진 시간마다 정상적으로 감시 동작을 수행한다. AD 변환은 매 1 초마다 행해지지만 충돌을 방지하기 위해서 통신 모드 수행 중에는 AD 변환을 하지 않는다. Main Unit에서 쿼리를 보내면 인터럽트에

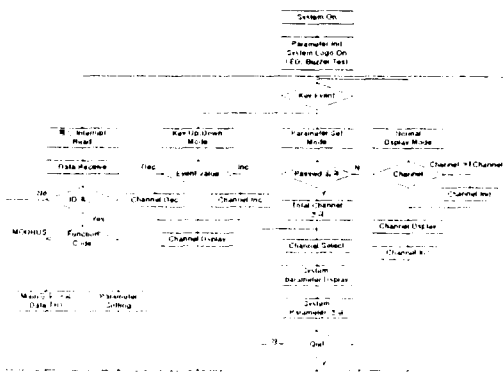


그림 2 Local S/W 구성도

의한 통신 모드를 통하여 데이터를 받아서 쿼리에 맞게 Local Unit의 파라미터를 바꾸거나 Main Unit에서 요구하는 데이터를 전송한다.

2.2.2 Main S/W(Software)의 구성

개발된 모니터링 프로그램은 Windows95 (98,NT)에서 동작하도록 Visual C++(6.0)에서 제작되었다. 그림 3은 개발된 Main Unit S/W의 구성도이며 5개의 메뉴로 되어 있다.

Parameter Set 메뉴는 채널 Name, Slave 갯수, 전체 채널 갯수, High/Low Alarm 값과 Scalling 값, 단위를 통신에 의하여 Local Unit에 Setting한다. List View 메뉴에서는 Local Unit의 데이터를 실수 값으로 보여주며 경보 발생시 해당 채널을 Check 박스에 표시한다. Online Trend는 Local Unit과 통신을 통해 받은 데이터를 이용하여 윈도우 창에 실시간으로 그래프를 그린다. File View 메뉴에서는 저장된 데이터 File을 불러와 그래프로 보여준다. Channel Select 메뉴에서는 채널을 선택적으로 볼 수 있으며 Stop Monitor 메뉴에서는 Local Unit과의 통신을 중단한다. Help 메뉴는 프로그램 사용 매뉴얼로서 사용자에게 도움을 주기 위해서 만들어졌다.

모니터링 프로그램은 Modbus 프로토콜에 의하여 Local Unit으로부터 Slave ID 즉

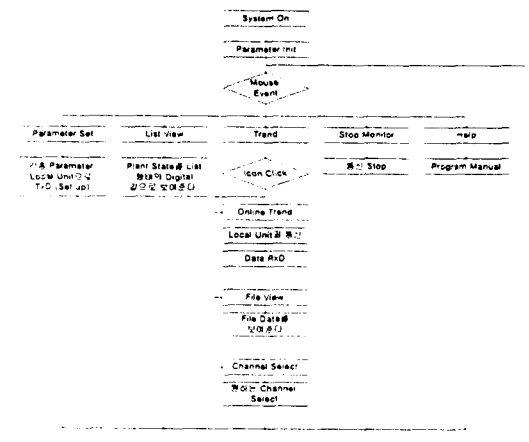


그림 3 Main S/W의 구성도

Local Unit의 Number와 채널 기능을 하는 Function Code, 플랜트의 Data를 받아서 그래프와 Digital 값으로 보여준다. 또한 받은 데이터의 정확성을 보장받기 위하여 Error Check를 한다.

3. Modbus 프로토콜

Modbus는 Interface를 합병하여 PC master와 모든 Slave를 연결하는 프로토콜 중의 하나로써 Network에서 필요로 하는 통신의 형태를 맞추는 것이다.

Modbus 프로토콜은 ASCII와 RTU(Remote Terminal Unit)의 두 가지 전송 모드를 가지고 있으며 같은 Network에서는 같은 모드를 사용해야 한다.

ASCII 모드는 문제가 발생했을 때 보기가 편하며 High Level Language로 프로그램된 Master PC에 적합하며 RTU 모드는 기계어로 프로그램된 Master PC에 적합하다.

특성		ASCII (7bit)	RTU (8bit)
코드		16 진수	2진수
문자 비트의 역할	시작	1	1
	데이터	7	8
	패리티	1	1
	정지	1 or 2	1 or 2
에러체크		LRC	CRC

표 1 ASCII와 RTU의 전송 특성

표 1은 두 모드의 전송 특성을 나타내었다. 두 모드를 비교하면 RTU 모드에서는 데이터가 하나의 8bit binary 문자로 전송되지만 ASCII 모드에서는 한 문자가 4bit씩 나누어져서 두개의 문자로 전송되기 때문에 2배가 많아진다. 그러나 ASCII 데이터는 디코딩과 사용에 있어서 매우 편리하다. 또한 RTU 모드는 데이터를 연속적으로 계속 전송해야 하지만 ASCII 모드는 상대적으로 늦은 Master를 위해서 1초의 Time Interval을 허용한다. Error Check는 전송된 메시지 프레임의 정

확도를 나타내는 것으로써 ASCII 모드는 LRC(Longitudinal Redundancy Check)이며 RTU 모드는 CRC(Cyclical Redundancy Check)로 에러를 체크한다.

Start	Address	Function	Data	Error Check	End
:	16-Bits	16-Bits	16-Bits	16-Bits	CR/LF

T1 T2 T3	Address	Function	Data	Error Check	T1 T2 T3
	8-Bits	8-Bits	8-Bits	16-Bits	

표 2 ASCII와 RTU의 message frame

표 2는 두 모드의 메시지 프레임으로써 ASCII 모드는 콜론으로 시작하여 CR/LF로 끝나는 반면에 RTU 모드는 T3 시간이 경과한 후에 데이터가 전송되면 그것을 프레임의 시작으로 인식한다. Address는 Slave의 ID로써 각각의 Local Unit이 고유한 ID를 가지며 1부터 시작한다. 0은 모든 Slave에 같은 메시지를 전송할 때 쓰인다. Function은 전송된 프레임이 어떠한 일을 수행하는가를 나타내는 것으로써 1에서 21까지는 예약되어 있으며 22부터 64까지는 확장을 위하여 남겨져있다. Data는 Slave의 정보를 가지고 있는 부분으로써 제일 중요한 부분이다.

Start	Address	Function	Channel	Data	Error Check	End
:	16-Bits	16-Bits	16-Bits	16-Bits	16-Bits	CR/LF

표 3 본 연구에서의 message frame

본 연구에서는 ASCII 모드를 사용하였으며 메시지 프레임은 표 3과 같다. 기존에 정해진 메시지 프레임에서는 채널 정보를 전송할 수가 없으므로 Channel field가 하나 더 생겼다. Function은 22부터 26까지를 사용하였으며 각각 High/Low Alarm, High/Low Scaling, Total 채널의 기능을 한다.

4. 실험



그림 4 Local Unit의 외형도

그림 4는 개발된 Local Unit의 외형도를 나타낸다. 일대다 통신을 위하여 Local Unit 2개를 사용하였다. 오른쪽에 있는 보드는 RS485 변환기이다. 실험에서 실제 플랜트의 센서 입력을 적용 하는데 제약이 있어 포트 설미터로 더미 신호를 사용하였다.

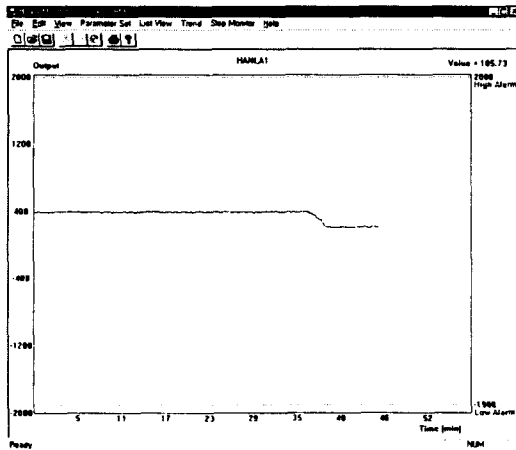


그림 5 실시간 동작 시험

그림 5는 개발된 모니터링 시스템의 동작 화면으로써 Local Unit과의 실시간 통신을 Screen Capture한 것이다. 동작 중에도 채널을 마음대로 바꿀 수 있으므로 원하는 채널을 선택적으로 볼 수 있다. 또한 그래프 곡선을 분석함으로써 플랜트의 현재 상태를 정확히 분석할 수 있다.

Number	Name	MIN	MAX	Alarm_L	Alarm_H	Unit
1	HANLA1	-2000	2000	-1900	2000	kg/cm ²
2	HANLA2	-2000	2000	-1900	2000	kg/cm ²
3	HANLA3	-2000	2000	-1900	1900	kg/cm ²
4	HANLA4	-2000	2000	-1900	1900	kg/cm ²
5	HANLA5	-2000	2000	-1900	1900	kg/cm ²
6	HANLA6	-2000	2000	-1900	1900	kg/cm ²
7	HANLA7	-2000	2000	-1900	1900	kg/cm ²
8	HANLA8	-2000	2000	-1900	1900	kg/cm ²
9	HANLA9	-2000	2000	-1900	1900	kg/cm ²
10	HANLA10	-2000	2000	-1900	1900	kg/cm ²
11	HANLA11	-2000	2000	-1900	1900	kg/cm ²
12	HANLA12	-2000	2000	-1900	1900	kg/cm ²
13	HANLA13	-2000	2000	-1900	1900	kg/cm ²

그림 6 파라미터 Set up 화면

그림 6은 개발된 모니터링 시스템 Set Up 창의 축소된 화면이다. Local Unit에서의 파라미터 변경은 채널이 많아질수록 아주 번거롭고 시간이 많이 소요된다. 또한 단순한 반복 작업의 연속에 의하여 파라미터를 잘못 변경하면 위험을 초래할 수 있으므로 Set Up 창에 의해 전체 채널의 Set Up을 조정 한 후 일시에 시행 하므로써 불편함과 위험을 해소할 수 있다. 또한 모니터링 프로그램을 다시 구동시키면 전에 작성했던 데이터가 남아있으므로 사용할 때마다 다시 작성해야 하는 번거로움을 없앴다.

Number	Name	Alarm_L	Alarm_H	Real	Unit	ARM
1	HANLA1	-1900	1900	138.807	cm	☑
2	HANLA2	-1900	1900	138.807	kg/cm ²	☑
3	HANLA3	-1900	1900	138.807	kg/cm ²	☑
4	HANLA4	-1900	1900	146.628	kg/cm ²	☑
5	HANLA5	-1900	1900	1276.64	kg/cm ²	☑
6	HANLA6	-1900	1900	1288.37	kg/cm ²	☑
7	HANLA7	-1900	1900	1280.55	kg/cm ²	☑
8	HANLA8	-1900	1900	1288.37	kg/cm ²	☑
9	HANLA9	-1900	1900	123.167	kg/cm ²	☑
10	HANLA10	-1900	1900	138.807	cm	☑
11	HANLA11	-1900	1900	134.897	kg/cm ²	☑
12	HANLA12	-1900	1900	146.628	kg/cm ²	☑
13	HANLA13	-1900	1900	1272.73	kg/cm ²	☑

그림 7 Digital List 화면

그림 7은 개발된 모니터링 시스템의 List View 창의 축소된 화면으로써 이 창에서는 플랜트의 현재 상태를 소숫점 3째 자리의 정밀도를 가진 실수 값으로 보여준다. 또한 Alarm 발생 시 해당 채널이 체크되므로 왼쪽에 있는 Alarm 파라미터와 비교하여 현재의 Alarm 상태를 금방 알 수 있다.

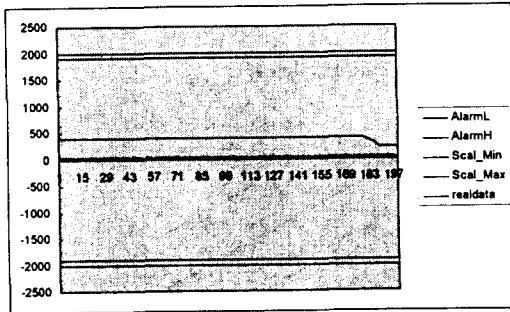


그림 8 Excel에서 불러들인 그래프

그림 8은 개발된 모니터링 시스템에 의해서 저장된 파일을 Excel에서 불러들인 그래프이다. Excel에서 다양한 형태의 그래프로 나타낼 수 있으므로 저장된 파일은 시스템 분석하거나 보고서를 작성할 때 유용하게 쓰일 수 있다. 또한 하나의 파일 내의 각각의 데이터는 연도, 일시, 시간이 저장 되므로 파일의 시간 정보를 따로 가지고 있을 필요가 없다.

4. 결론

본 연구에서는 Modbus 프로토콜과 RS485 인터페이스를 통한 일대다 통신을 행하였다. 이를 위해서 Intel 80C196KC 마이크로 프로세서를 근간으로 하는 Local Unit과 Windows 운영체제 하에서 동작하는 모니터링 시스템을 개발하였으며 실험을 통하여 Master/Slave 개념의 네트워크를 구현할 수 있었다. 상용화를 위한 앞으로의 연구는 실제 플랜트에 연결하여 운전할 경우 발생할 수 있는 영향과 대책, 전송 시간 그리고 좀더 향상된 신뢰성 확보를 위해 수행될 것이다.

참고문헌

1. 차영배 "MICRO CONTROLLER 80196" 다다미디어, 1997
2. VISUAL C++ 6.0 완벽 가이드 (주)영진출판사, 1998
3. VISUAL C++ Programming Bible (주)영진출판사, 1998
4. 계측정보 (주)테크월드, 1996.6
5. Modbus Protocol <http://www.modicon.com/techpubs/intr7.html>
6. RS232/RS422/RS485에 대해서 http://www.sysbas.co.kr/s_faq/rs232.htm