

# 대형교반기용 원격 모니터링 시스템의 개발

## The development of a remote monitoring system for large-scale stirring

\*김현철<sup>1</sup>, 강민후<sup>2</sup>, 주윤식<sup>2</sup>, 이상현<sup>3</sup>

\*H. C. Kim<sup>1</sup>, M. H. Kang<sup>2</sup>, Y. S. Joo<sup>2</sup>, #S. H. Lee(shlee@andong.ac.kr)<sup>3</sup>

<sup>1</sup>안동대학교 기계설계공학과, <sup>2</sup>(주)우진, <sup>3</sup>안동대학교 기계공학부

Key words : stirrer, mixer, remote, monitoring, MODBUS, RS-422, RS-485, OPC, HMI, PLC

### 1. 서론

환경에 대한 중요성이 높아지고 있는 현 시점에서 상하수처리 및 대기오염을 방지하기 위한 배연탈황공정에 사용되는 교반기는 아주 중요한 역할을 수행하는 요소이다. 이때, 대부분의 처리공정은 가혹한 환경에서 장시간으로 진행되기 때문에 교반기 자체의 고장 및 동작 오류가 발생할 수 있으며 이로 인해 전체공정의 중단이라는 최악의 상황을 초래할 수 있다. 따라서 본 연구에서는 이러한 문제점을 방지, 해결하고자 교반기의 고장 및 오류에 대해 즉각적으로 대처할 수 있는 원격 모니터링 시스템을 개발하고자 한다.

기존의 각종 프로세스에 적용되는 교반기에서 장시간 작동으로 인해 여러 문제가 발생할 때 중앙제어실에서는 Fault등의 일반적인 고장 내용에 대해서만 나타나므로 문제의 원인을 파악할 수가 없다. 따라서 운영자가 현장을 방문하여 교반기의 검사 등을 통해 그 원인을 찾게 되는데 이런 경우 이미 현장에서 조치할 수 없는 수준으로 교반기의 파손 및 손괴의 상태로 진행된 경우가 빈번하다. 따라서 오류의 형태나 원인에 대해 실시간으로 여러 방식을 통한 원격 실시간 모니터링의 방법으로 파악, 그리고 진단하여 최악의 파손을 피할 수 있는 조치로 교반기의 정지 또는 제어할 수 있는 시스템의 개발이 반드시 필요하며 이러한 시스템의 적용을 통해서 유지 보수에 의한 전체 프로세서의 운영 효율성을 높일 수 있을 뿐만 아니라, 프로세서의 중단이라는 최악의 상황을 피할 수 있다.

국내외 교반기 관련업체가 있지만 본 연구에서 제안하는 바와 같이 고장 및 동작의 오류를 원격으로 진단하고 제어하는 시스템은 현재까지 발표가 된 사례가 없으며, 본 연구가 교반기업계에서의 최초 시도임을 강조한다.

### 2. 전체 시스템의 구성

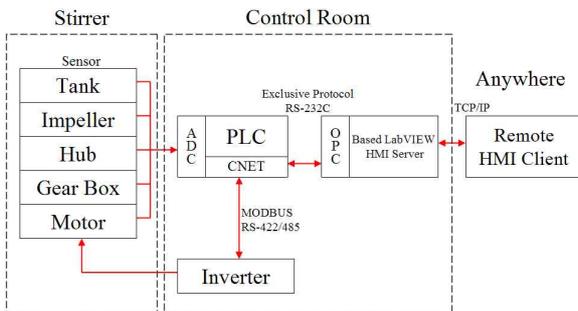


Fig. 1 The entire system configuration

Fig. 1은 본 연구에서 개발하고자 하는 시스템의 전체구조이다. 교반기의 주요구성부이면서 고장이 주로 일어나는 감속기, 허브, 임펠터를 대상으로 고장을 판별할 수 있는 주요요소와 이 값을 측정하기 위한 센서를 선정하여 측정된 값을 AD컨버터를 이용해 PLC에 전달되고 인버터는 PLC와 RS-422/485로 연결된다. PLC는 전송받은 값을 내부메모리에 저장하여 OPC Server를 통해 LabVIEW 기반의 HMI(Human Machine Interface) Server와 연결되고 최종적으로 TCP/IP를 통해 원격 HMI Client와 연결된다.

PLC는 LS산전의 GM4C로써 전용 프로토콜과 전용 OPC Server를 사용할 수 있는데 범용 프로토콜에 비해 양개체간 완전히

호환하고 신뢰성이 높으며 접속이 용이할 뿐만 아니라, PLC프로그램과 완전히 독립하여 통신할 수 있어서 PLC 프로그램을 수정할 필요가 없고 충돌이 전혀 없다. 이때 사용된 통신채널인 RS-232C는 남는 자원이기때 사용하였으며 다른 통신자원이 있다면 어떠한 방식이라도 가능하다.

Table 1 Equipment list

Products	Purpose	Manufacturer
PLC - GM4C	Entire Process Control	LS Industrial Systems
OPC Server	Interface between PLC and PC	LS Industrial Systems
HMI Server & Client	Interface between Human and Machine	Lab. made using LabVIEW
Inverter Varispeed F7	Motor Control	YASKAWA

### 3. HMI 구성

HMI란 Fig. 2와 같이 기계 및 각종 프로세스 컨트롤 장비 등을 사람이 제어할 수 있도록 해주는 도구로서 본 시스템에서는 National Instruments사의 LabVIEW 8.0 기반의 HMI Server와 원격 HMI Client를 개발하였다.

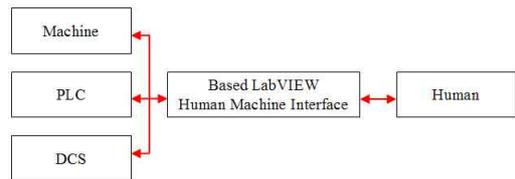


Fig. 2 Structure of HMI

HMI와 PLC가 통신을 하기 위해서는 시리얼 통신이나 OPC Server를 이용하는 방법이 있는데, 본 연구에서는 확장성이나 범용성에서 뛰어나 OPC Server를 이용하였다. OPC(OLE for Process Control)란 각종 어플리케이션들이 여러 종류의 프로세스 컨트롤 장비 (DCS, PLC등)들로부터 데이터를 수집하는 것을 가능하게 하는 표준 인터페이스로서 본 시스템에서는 LS산전의 전용 OPC Server가 사용되었다. 이는 LS산전의 PLC만 유일하게 데이터를 Microsoft사의 OLE/COM 기반으로 변환하여 HMI Server가 사용할 수 있도록 하고, HMI Server는 엔지니어가 모니터링하기 용이하도록 변환하여 Display 및 TCP/IP를 통해 원격 HMI 클라이언트에 제공한다.



Fig. 3 HMI Client

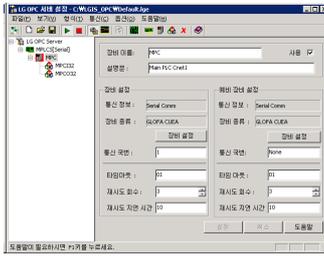


Fig. 4 Exclusive OPC Server

TCP/IP를 사용함으로써 1개의 제어권한을 가진 Client와 254개 혹은 그 이상의 일반 권한의 Client가 동시 접속하여 모니터링할 수 있고 Protocol 특성상 장소의 제약이 없고 무선접속이 가능하다는 장점이 있다. 그리고 HMI Server와 Client 사이에서는 양방향 통신이 가능하기 때문에 교반기를 제작한 업체에서는 원격으로 교반기의 상태를 모니터링 및 점검과 필요에 따라서는 제어를 하는 서비스도 가능하다. Fig. 3은 본 연구팀에서 제작한 HMI Client이고, Fig. 4는 OPC Server를 나타낸다. HMI Server에는 웹캠이 장착되어 Client에서 웹캠을 통해 전송되는 화면의 확인도 가능하다. Fig. 5는 본 시스템의 프로토타입으로서 HMI Server에 접속한 Remote HMI Client를 보여준다.



Fig. 5 Experimental setup

#### 4. PLC 구성

교반기의 주요부위의 상태를 측정하는 센서의 출력값은 PLC의 ADC로 변환되어 내부메모리에 저장되고 OPC Server가 이를 HMI와 연결하여 엔지니어가 원격으로 진단하는 데이터로 쓰이게 된다.

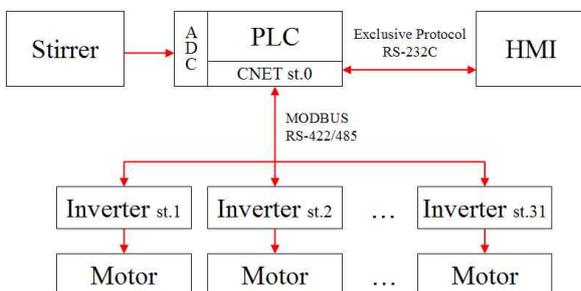


Fig. 6 The PLC configuration

교반기의 구동요소인 모터는 인버터에 유일하게 연결되고 제어되는데 결국 모터를 HMI와 연결하기 위해서는 인버터와 PLC간의 연결이 필요하다. 본 시스템에서는 YASKAWA사의 Varispeed F7 인버터가 사용되었는데 MODBUS Protocol과 RS-422/485 통신채널을 유일하게 사용할 수 있을 뿐만 아니라, Slave로만 작동하고 Function은 Register를 읽고 쓰는 정도만 가능

하다. 따라서 인버터와 PLC와의 연결은 PLC가 MODBUS Master로 연결되어야만 한다. 다만 인버터는 다수의 모터를 연결할 수 있고 RS-422/485를 통해 최대 31대의 인버터 혹은 다른 종류의 MODBUS 호환기기를 추가로 병렬연결 할 수 있다. Fig. 6는 MODBUS를 활용한 PLC와 인버터간의 통신의 예를 보여준다.

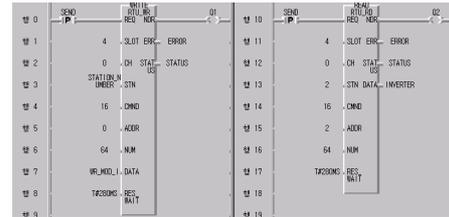


Fig. 7 MODBUS functionblocks

본 연구에서 사용되는 PLC인 GM4C는 MODBUS Master Station가 되기 위해 제공되는 라이브러리를 통해 프로그래밍하여야 하며 인버터의 레지스터를 받아와 내부메모리에 저장하면 이를 OPC Server가 메모리주소만으로 접근할 수 있고 반대로 지령도 가능하다.<sup>1</sup>

Table 2 Modbus Data Tables for Inverter

Register NO.	Contents	Register NO.	Contents
01H	Input terminal status	25H	Output voltage reference
06H	PID Setpoint	26H	Output Current
07H	Analog output 1 setting	27H	Output power
09H	Multi-function contact output	28H	Torque reference
0FH	Reference selection settings	2BH	Sequence Input Status
20H	Drive status	2CH	Drive status
21H	Fault details	31H	Main circuit DC Voltage
22H	Data link status	32H	Torque Monitor
24H	Output Frequency	3EH	kVA setting

인버터는 64WORD의 내부 레지스터를 가지고 있으며 그 내용은 Table 2와 같고 레지스터를 읽기/쓰기를 통해 모니터링/지령을 할 수 있다. 19200BPS로 통신할 경우 이를 모두 전송할 경우 응답속도는 약 67ms이고, PLC가 요청하는 통신 시간과 중간의 필수 휴지 시간을 포함하면 한 대의 인버터와의 통신 시간은 약 100ms이며 인버터가 31대일 경우 업데이트에 약 3초가 소요됨을 알 수 있다.<sup>2</sup>

#### 5. 결론

본 논문에서는 대형교반기용 원격모니터링 시스템을 성공적으로 개발하였다. 완성된 시스템은 원격 HMI를 통해 사전에 문제를 진단할 수 있으며, 다수의 임펠러가 작동하는 복잡한 교반기 시스템을 원격으로 제어할 수도 있다. 그리고 원격으로 분야별 전문가가 모니터링에 의한 진단을 통해 프로세스의 효율성을 극대화하고 경제적 손실을 최소화할 수 있다.

현재는 기존 시스템과의 호환성을 최대한 확보하고자 기존의 자원을 최대한 활용하며 꼭 필요한 요소만을 추가하는 방법으로 설계를 하여 다소 기술이 복잡하게 얽혀있지만, 시스템 구축 및 사후 유지·보수의 용이성을 위해서는 시스템 설계에서부터 원격모니터링을 고려하여 단일화된 플랫폼의 통합이 이루어져야 할 것이다.

#### 참고문헌

1. LS Industrial Systems, "Cnet I/F Module User guide", December 2007.
2. YASKAWA, "Varispeed F7 Drive User Manual", appendix D, April 2007.