

# 미곡도정공장의 원격 감시 및 제어 시스템 개발(I)

## Development of a remote monitoring and control system for a rice mill plant

엄 천 일\*      정 중 훈\*

정회원      정회원

Tian Yi Yan      J. H. Chung

### 1. 서론

국내 미곡도정공장의 자동화에 있어서 주로 PLC(programmable logic controller) 중심인 중앙제어방식을 이용하고 있다. 도정라인 자동화의 목적은 크게 단위 시간당 생산성을 증가시키는 동시에 미곡품질을 향상시키며 노동력을 절약하고자 하는데 있다. 그러나 PLC에 의한 공정 계측, 제어 및 모니터링의 한계와 쌀 품질의 극대화를 위해 미곡도정공장의 자동화에 많은 개선이 요구되고 있다. 고품질의 쌀을 생산하는데 있어서 관리자에게 실시간으로 정확한 곡물상태를 제공하며, 이같은 자료를 이용하여 곡물의 품질을 관리하기 위해서는 단순 PLC 중심인 중앙제어방식으로는 충분하지 않다. 또한 미곡도정공장의 단위기계에서 발생하는 소음, 먼지 때문에 작업 환경조건도 그다지 좋지 못하여 원격 감시 및 제어가 미곡도정공장 자동화에 필요한 실정이다. 이러한 문제점들을 해결하기 위하여 본 연구에서는 컴퓨터를 중심으로 PLC와의 통신을 이용한 복합 실시간 원격 감시 및 제어시스템을 개발하여 이와 같은 문제점들을 해결하고자 하였다.

본 연구의 대상인 전남대학교 미곡도정공장은 버기준 2.5톤/시간 이상의 도정능력을 갖추고 있다. 도정공장은 원료 반입공정, 제현공정, 정백공정, 연마공정 그리고 포장공정으로 구성되어 있다. 본 연구에서는 전남대학교 미곡도정공장의 PLC 중심인 중앙제어시스템을 컴퓨터, DAQ(data acquisition) 카드, 각종 센서 및 RS-232C통신 등을 이용하여 각 단위기계들을 제어하며 각 저장탱크의 곡물상태를 예측할 수 있는 미곡도정공장의 원격 감시 및 제어 시스템을 개발하고자 하였다.

### 2. 재료 및 방법

#### 가. 원격 감시 및 제어 시스템의 구성

본 연구에서 개발한 원격 감시 및 제어시스템은 중앙제어반의 PLC, 온도센서, Load cell, 습도센서, 근접스위치, 감시 및 제어용 컴퓨터 등으로 구성하였다(그림1).

---

\* 전남대학교 농과대학 농공학과

PLC의 구성 유닛으로는 CPU유닛, 입력유닛(digital signal input unit)과 출력유닛(digital output unit)등이 사용되었다. 저장탱크 내의 공기온도 및 상대습도를 측정하기 위해 온습도센서(Rotronic I-12000 센서)를 사용하였으며 탱크내곡물온도를 측정하기 위해 pt100  $\Omega$ 센서와 Hanyoung DX7 디지털 온도조절계를 사용하였다. 곡물온도, 곡물의 함수율, 공기 온도, 공기의 상대습도 등 아날로그 신호는 A/D 변환기 (Lab-PC-1200 DAQ card)를 이용하여 디지털신호로 처리하였다.

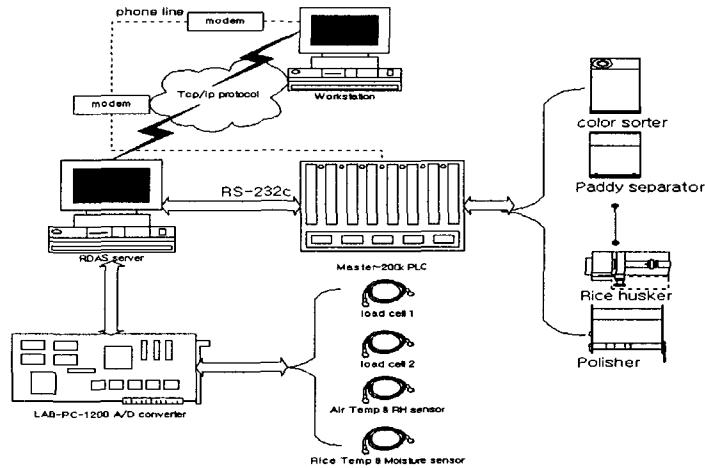


Fig. 1 The Schematic diagram of a remote RPC monitoring and control system

컴퓨터는 사무실에 설치하여 통신케이블에 의해 PLC와 통신을 하도록 구성하고, 미곡도정 공장의 각 단위기계의 상태를 감시 및 제어할 수 있게 하였으며 각 탱크에 저장된 곡물의 무게, 온도 및 함수율을 실시간으로 감시할 수 있도록 하였다.

#### 나. 통신 프로토콜

제어용 컴퓨터는 제어판에 설치한 PLC와 실시간 통신함으로써 각 단위기계의 상태를 알 수 있으며, 각 단위기계를 제어할 수 있게 하였고 또한 필요한 데이터를 기록하여 향후 분석에 이용할 수 있도록 하였다. 컴퓨터와 PLC의 통신은 표1과 같은 코드를 사용하는 두 가지 프로토콜을 사용하였다. 읽기 프로토콜은 각 단위기계의 상태를 PLC로부터 읽어서 PC 모니터에 나타내며, 쓰기 프로토콜은 단위기계를 구동 또는 중지시키는데 사용했다.

Table 1. The ASCII value of each code

STX	EOT	ENQ	ACK	NAK
2	4	5	6	21

##### 1) Read Protocol(read the status of each unit machine from PLC)

각 단위기계의 작동여부를 알기 위해 컴퓨터는 반드시 PLC와 통신을 해야 한다. 본 감시 및 제어 시스템에서 단위기계의 작동여부는 그림2와 같이 읽기 프로토콜을 이용하여 실

현하였다.

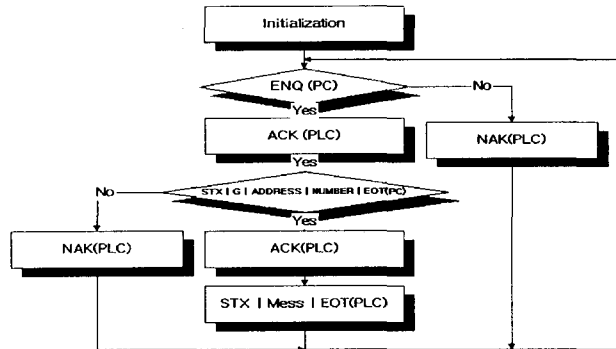


Fig. 2 The diagram of read protocol used in the remote monitoring & control system

## 2) Write Protocol (drive unit machine using RS-232C protocol)

각 단위기계의 구동시키기 위해 컴퓨터는 PLC와 통신을 해야 한다. 본 감시 및 제어 시스템에서 단위기계의 구동하기 위해 쓰기 프로토콜을 이용하여 실현하였다.

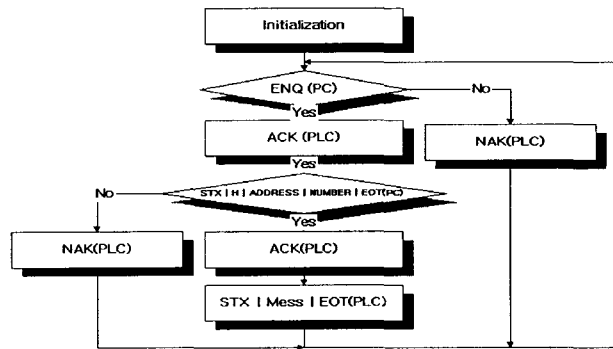


Fig. 3 The diagram of write protocol used in the remote monitoring & control system

미곡도정공장의 실시간 원격감시 및 제어시스템을 개발한 언어는 National Instrument Inc., 의 Labview(G 언어)를 사용하였다. Local network에서 본 감시 및 제어시스템은 RS-232C 통신을 이용하여 미곡도정공장의 제어판에 설치한 PLC와 실시간으로 통신함으로써 미곡도정공장의 각 단위기계 상태를 감시하며 또한 각 단위기계를 제어 할 수 있었다.

## 다. TCP/IP 프로토콜을 이용한 감시 및 제어 시스템

미곡도정공장 원격 감시 및 제어시스템의 한가지 중요한 기능은 인터넷상에서 TCP/IP protocol 기반인 데이터통신과 RDAS(remote device access server) 서버기능을 이용하여 서버측에 장착한 DAQ 카드를 공유하여 다른 Client 컴퓨터에서도 RDAS 서버에 장착한 DAQ 카드에 수집한 데이터를 쓸 수 있도록 하였다, 즉 탱크에 저장된 곡물의 상태(온도,

무게 및 함수율)와 각 탱크 내의 공기온도와 상대습도를 실시간으로 감시할 수 있다.

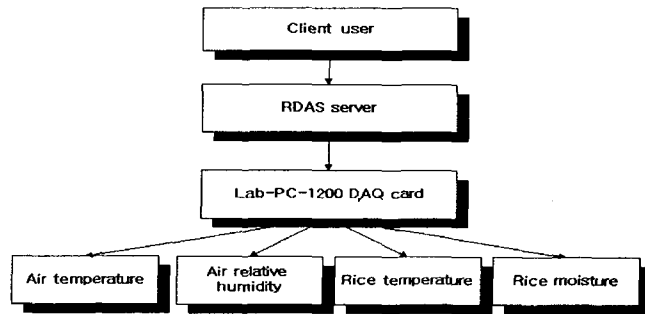


Fig 4. The Schematic diagram of a monitoring & control system through TCP/IP

라. Hyper text와 Common Gateway Interface를 이용한 웹상 감시 및 제어 시스템

본 연구에서는 local network상 뿐만아니라 웹상 감시 및 제어시스템도 개발하였다. 웹상의 감시 및 제어시스템은 웹서버, CGI프로그램 및 Hyper text파일로 구성하였다. CGI프로그램은 VBscript를 이용하여 개발하였으며 웹서버는 website 1.1e를 이용하여 구축하였다. 웹상의 감시 및 제어시스템을 개발함으로써 어디서나 미곡도정공장을 감시 및 제어할 수 있게 되었다.

마. 원격 감시 및 제어시스템의 공정도

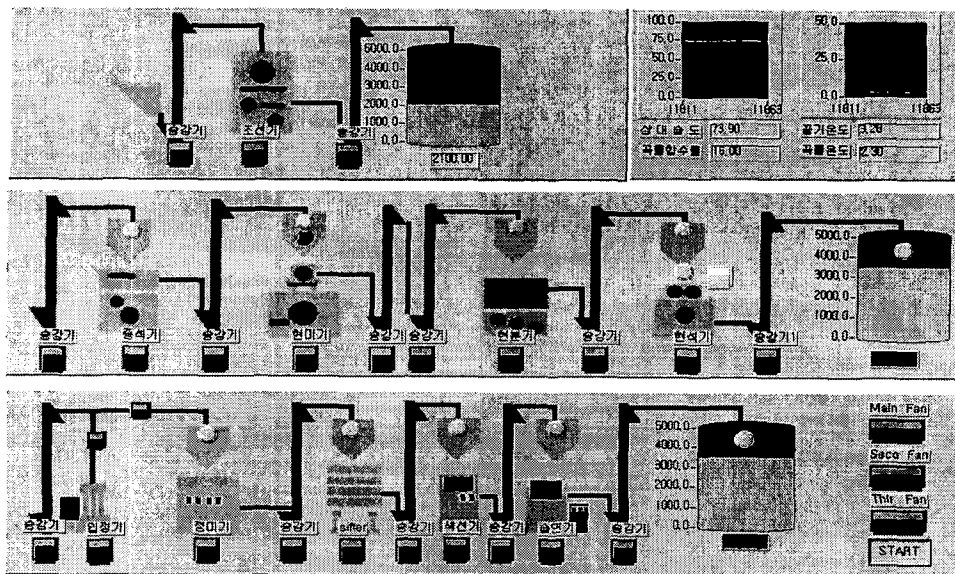


Fig. 5 A graphic process representing the status of rice mill equipments on a of PC monitor

미곡도정공장 원격 감시 및 제어 시스템의 화면은 그림5와 같다. 원격 감시 및 제어의 대상은 각 단위기계의 작동여부 및 제어, 각 탱크내의 공기의 온도 및 상대습도, 쌀의 무게,

온도 및 함수율 등이다, 공기온도 및 상대습도 그리고 쌀의 온도 및 함수율을 실시간으로 모니터상에 그래프로 확인할 수 있게 설계하였으며, 각 단위기계의 작동여부는 색깔의 차이로 나타내었다.

#### 바. 원격감시 및 제어 시스템의 알고리즘

미곡도정공장 원격감시 및 제어시스템의 알고리즘은 그림6과 같이 초기화, 각 버튼의 상태감시, 각 단위기계의 상태감시, 공기의 온도, 상대습도 및 곡물의 무게, 온도, 함수율 감시, 기록, 분석, RDAS실행 등을 할 수 있도록 개발하였다.

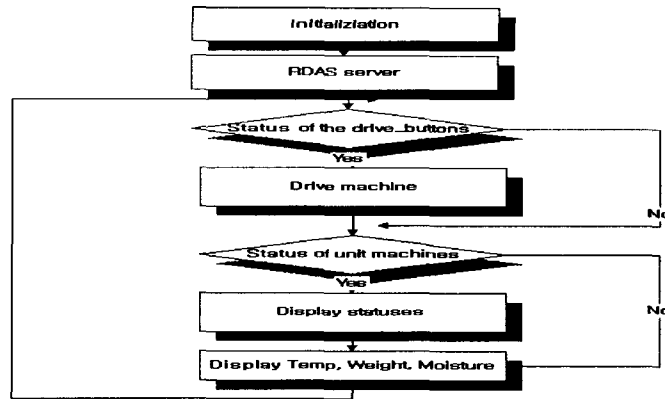


Fig. 6 The algorithm of a remote monitoring & control system

### 3. 결과 및 요약

본 연구에서 개발된 원격 감시 및 제어시스템과 기존의 PLC중심인 중앙제어시스템의 주요 기능을 비교하여 표2에 나타내었다. 우선 주요 기능 면에서 기존의 시스템은 TCP/IP Protocol를 이용한 원격감시와 RS-232C 통신에 의한 원거리 감시 및 제어기능이 없으며, 반면 새로운 시스템에서는 곡물온도와 함수율, 탱크내의 공기온도와 상대습도를 실시간으로 감시 및 기록할 수 있다. 또한 기존시스템에서는 PLC 가변성 부족 때문에 발생한 문제점을 해결할 수 있을 뿐만 아니라 RPC 관리자동화에도 많은 도움을 줄 수 있다.

Table 2. Comparison of performance between pc system and PLC system

Comparison of performance	Remote monitoring & control system of PC	PLC_based central control system
Remote monitor(TCP/IP)	YES	NO
Remote monitor(RS-232c)	YES	NO
Remote control(RS-232c)	YES	NO
Rice temperature and moisture	YES	NO
Rice weight in tanks	YES	YES
Air temperature and RH	YES	NO
Record and analysis data	YES	NO

본 감시 및 제어 시스템은 전남대학교 농과대학 미곡도정공장의 자동제어방식을 항상시  
킬 뿐만 아니라 탱크 내에 있는 곡물의 온도와 함수율을 실시간으로 감시, 기록 및 분석함  
으로써 쌀의 품질을 안전하게 관리할 수 있다.

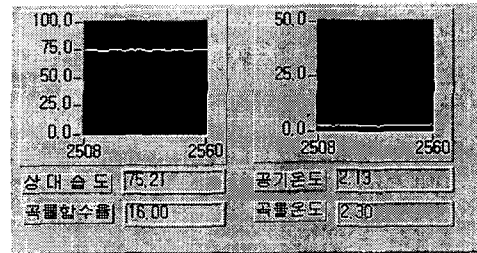


Fig 7. Display of the air temperature and humidity, rice temperature and moisture

#### 4. 결론

본 연구는 미곡도정공장의 자동화에 존재하는 문제들을 해결하기 위하여 원격 감시 및  
제어시스템을 개발하였다. 주요 연구결과를 요약하면 다음과 같다.

1. PC와 PLC간에 RS-232C와 TCP/IP 프로토콜을 이용해 미곡도정공장의 공정을 감시하고  
제어할 수 있는 원격 감시 및 제어 시스템을 개발하였다.
2. Labview (G 언어)를 사용해 미곡도정공장의 공정도를 나타내 공정을 그래픽으로, PC 모  
니터상에 단위기계의 작동여부 및 원료의 흐름상태를 모니터에서 감시할 수 있는 시스템을  
개발하였다.
3. 현미탱크내의 현미무게, 백미탱크내의 백미무게, 백미함수율, 백미온도, 탱크내의 공기온  
도, 상대습도 등 곡물상태들을 연속적으로 모니터링할 수 있는 시스템을 개발하였다.
4. 작업중 원료의 정체 및 갑작스런 단위기계의 정지 등으로 인한 사고 및 기타 필요에 단  
위기계를 원격으로 자동 또는 수동제어 할 수 있는 시스템을 구축하였다.
5. Common Gateway Interface와 Hyper text를 이용하여 웹상 감시 및 제어시스템 개발함  
으로써 어디서나 미곡도정공장을 감시 및 제어할 수 있도록 하였다.

#### 5. 참고문헌

1. 지일구. 2000. PLC 제어기술: 시퀀스제어기술에서 PLC 제어까지
2. 김원희. 1998. 시퀀스제어와 PLC제어
3. Alan J. Crispin. 1990. Programmable logic controllers and their engineering  
applications
4. Warnock, Ian G. 1988. Programmable controllers : operation and application
5. McGraw-Hill, 2000. Electronic circuit analysis and design
5. LabVIEW User Manual
6. G Programming Reference Manual
7. LabVIEW Data Acquisition Basics Manual
8. 柳寬熙, 1987. 한국 농업기계학회. 계측 및 마이크로컴퓨터 활용 기술