

### 인터넷을 이용한 SCADA 시스템 구축에 관한 연구

박 인규, 윤 경국, 김 윤식, 이 성근, 안 병원  
한국해양대학교, 덕덕대학, 목포해양대학교

## A Study on the Development of the SCADA System using the Internet

I. K Park, K. K Yoon, S. G Lee, B. W Ahn, Y. S Kim  
Korea Maritime University, Taeduk College, Mokpo Maritime University

**Abstract** - This paper describes the development of the SCADA(Supervisory Control and Data Acquisition) system which can be controlled via the Internet. In this paper, the SCADA system is composed of a number of microprocessor-based RTU(Remote Terminal Unit)s, a MMI(Man Machine Interface) host, a SCADA server, and SCADA clients. There are two protocols used in the system. Each RTU and the MMI host are connected by a RS-485 line and CSMA/CD(Carrier Sense Multiple Access / Collision Detection) protocol is used to communicate with each other. TCP/IP(Transmission Control Protocol/Internet Protocol) is used among the MMI host, the SCADA server, and SCADA clients. The equipments installed in the field are controlled by a number of RTUs. The function of the MMI host is to acquire real-time data from RTUs and control them. The SCADA server supports data transfer between the networked MMI host and the SCADA client on the web-server through TCP/IP. Data transfer is possible regardless of the type of network only if there are TCP/IP Winsock-compatible stack driver. The SCADA client is implemented as the shape of web-page by means of JAVA language. Therefore, it runs on a web-browser such as Netscape and Explorer, and allows a number of users to access this SCADA system.

### 1.2 연구 개요

본 연구는 기존의 SCADA 설계 방식에, (1) 윈도우즈 소켓(socket)을 이용한 클라이언트(client)/서버(server) 구조에 의하여 SCADA 서버의 기능을 추가하고, (2) MMI(Man Machine Interface) 호스트(host)의 사용자 인터페이스(user interface)를 웹 브라우저 상에서 동작하는 웹 페이지의 형태로 구현함으로써, (3) 원격지의 작업자는 웹 브라우저를 통하여, 원격감시를 위한 부가 설비 없이, 현장의 데이터의 취득 및 산업설비의 감시제어가 가능하도록 한다. 즉, 시스템이 웹 브라우저 상에서도 운용 가능하게 되므로, 물리적 통신매체에 관계없이, 지역 네트워크는 물론, TCP/IP를 기반으로 하는 모든 형태의 네트워크에서(즉, 인터넷을 통하여) 작업이 가능하게 된다.

## 2. 본 론

### 2.1 SCADA 시스템의 개요

SCADA 시스템은 집중원격감시 제어장치로서 1개소의 중앙 제어소에 설치된 컴퓨터 장치와 다수의 피감시 제어 대상에 원격소 장치(remote terminal unit)를 연결하여, 필요한 정보를 즉시 온라인(on-line)으로 취득함으로써 감시, 제어 및 계측의 기능을 수행하는 시스템을 말한다.

## 1. 서 론

### 1.1 연구 배경

오늘날의 공장자동화는 CAD/CAM(Computer Aided Design/Computer Aided Manufacturing) 및 사무자동화를 포함하는 "컴퓨터통합시스템"을 추구하고 있으며, 통합화의 추진을 위한 개방성과 네트워크의 확장 및 통합의 필요성이 높아지고 있다. 본 연구는 SCADA(Supervisory Control And Data Acquisition) 및 모니터링 분야에 인터넷(internet)의 확장성과 개방성을 이용하고자 하였다.

기존의 SCADA 시스템은 제한된 범위의 지역 네트워크에서 운용되고 있으며, 정해진 장소에서만 작업이 가능하고, 요구되는 장소에 따라 해당 소프트웨어의 설치를 요구한다. 따라서, 본 연구는, 기존의 SCADA 시스템을 지역 네트워크는 물론 TCP/IP(Transmission Control Protocol/Internet Protocol)를 기반으로 하는 모든 형태의 네트워크에서 운용 가능하도록 함으로써, OA(Office Automation)와의 통합화가 가능하고, 장소 및 거리의 제약이 최소화 될 수 있는 확장된 개념의 SCADA 시스템의 구축을 제안하며, 그 실현 가능성의 확인을 목적으로, 실제 시스템을 구현한다. 그리고 현 연구 단계에서는 인터넷의 사용에 따른 보안성의 문제는 고려하지 않았다.

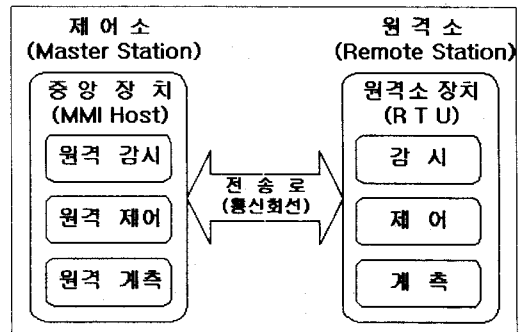


그림 1. SCADA 시스템의 개념도

[그림 1]에서 원격소 장치는 실제로 외부기기의 감시 및 제어계측의 기능을 수행하는 컴퓨터 장치로써 현장에 위치하여 제어소의 통제를 받으며, 감시 및 제어를 위한 각종 인터페이스(interface)와 디지털 및 아날로그 입출력 회로를 포함하고 있다. 제어소 장치는 원격지에서 전송로를 통하여 다수의 원격소 장치를 통제하는 컴퓨터 장치로써, 요구되는 명령을 제어소 장치에 전달하고, 제어소 장치에서 처리된 결과를 작업자에게 디스플레이 하

는 역할을 수행하는 장치를 말한다.

## 2.2 인터넷과 감시제어

전세계에 흩어져 있는 개별 네트워크는 사용자의 상이한 요구사항을 만족시키도록 특정화되어 있다. 이러한 개별 네트워크들을 다양한 정보에 대한 필요성에 의해 하나의 가상네트워크(virtual network)로 연결시킨 것이 인터넷이다. 인터넷은 가상네트워크라는 용어가 의미하는 것처럼 실제 네트워크의 물리적 연결과정이 감추어져서, 사용자는 마치 하나의 네트워크에 연결된 것처럼 사용되며, 특정한 소유자가 없기 때문에 원하는 이는 누구나 사용이 가능하다. 본 연구에서 말하는 인터넷이란 인터넷에 연결되어 있으며, 인터넷 통신을 위한 표준과 도구를 사용하여 정보를 교환할 수 있는 TCP/IP를 지원하는 모든 형태의 네트워크를 의미한다. 인터넷에 의한 감시제어란 웹 브라우저에서 동작하는 SCADA 클라이언트의 작업자가 SCADA 서버에 의하여 인터넷 프로토콜(protocol)인 TCP/IP를 사용하는 상위계층의 네트워크를 경유해 MMI 호스트와 통신을 하여 원격소 장치를 동작시킴으로써 기기들을 감시 및 제어하는 것을 의미한다.

## 2.3 SCADA 시스템의 설계 및 구현

### 2.3.1 시스템의 요구조건

본 연구의 SCADA 시스템이 인터넷을 통하여 산업설비를 안정적으로 감시 및 통제하기 위해서는 다음과 같은 요건을 만족시켜야 한다.

- TCP/IP 구조하에 동작 가능.
- 웹 브라우저에서 동작 가능.
- 웹 브라우저에서 해당 기기들의 상태 감시 가능.
- 웹 브라우저에서 데이터의 송수신이 가능.
- 최신의 값으로 실시간 전송 가능.
- MMI 호스트에서 수신한 데이터가 산업설비의 구동 가능.

### 2.3.2 SCADA 시스템의 구성

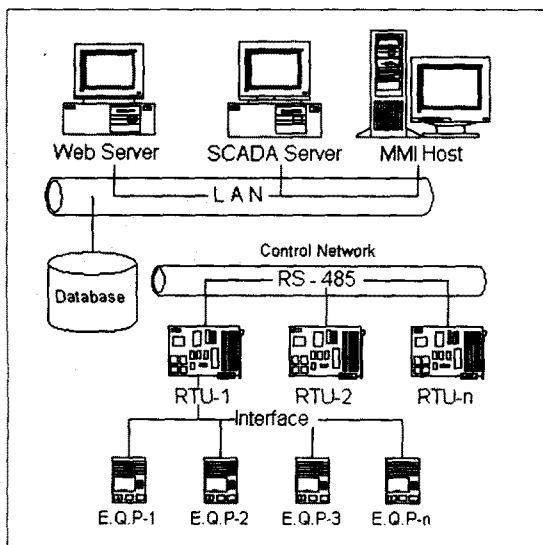


그림 2. SCADA 시스템의 구성도

본 연구에서는 일반적으로 많이 사용되는 온도, 압력, 위치, 속도, 회전수 등을 제어대상으로 선정하여 기본적

인 SCADA 시스템을 구성하였다. 전체적인 시스템의 설계는 분산제어 방식을 채택하였으며, 원격소 장치는 마이크로프로세서를 기반으로 설계하였다. 시스템의 구성은 외부기기를 감시 및 제어하기 위한 다수의 원격소 장치(RTU), 원격소 장치들을 통제하기 위한 중앙 제어소 장치(MMI 호스트) 및 제어소 장치로부터 전달된 각종 정보를 다수의 사용자에게 전달하기 위한 SCADA 서버로 구성되어 있으며, 사용자가 직접 화면으로 접하며 SCADA 서버에 접속하여 작업하게되는 SCADA 클라이언트 프로그램은 웹 페이지의 형태로 웹 서버에 등록되어 있다. [그림 2]는 SCADA 시스템의 구성을 표현한 것이다.

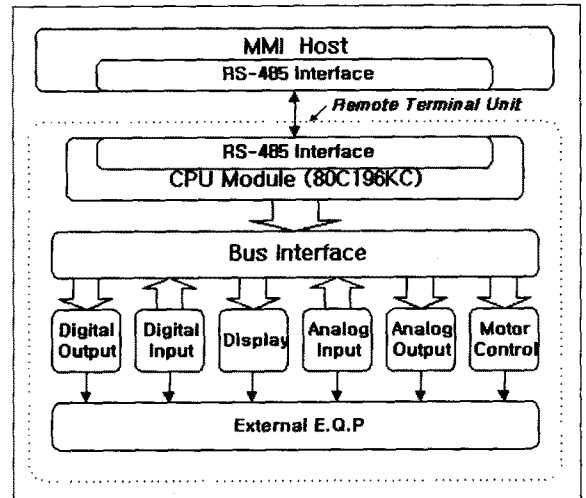


그림 3. RTU의 하드웨어 구성

[그림 3]은 RTU(Remote Terminal Unit)의 하드웨어의 구성을 나타낸 것이다.

### 2.3.3 시스템의 소프트웨어 구성

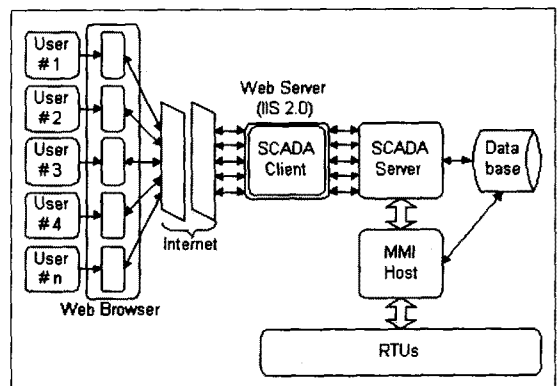


그림 4. 시스템의 소프트웨어 구성도

[그림 4]는 시스템의 소프트웨어 구성을 표현한 것이다.

편의상 직접 센서의 입력 및 제어를 담당하는 원격 마이크로 프로세서로 설계된 원격소 장치의 프로그램을 RTU, RTU를 통제하는 프로그램을 MMI 호스트, 웹 서버상의 SCADA 클라이언트에게 정보를 제공하는 서버 기능을 수행하는 프로그램을 SCADA 서버라고 부른다. 각각의 사용자는 Explorer나 Netscape와 같은 웹 브라우저를 사용하여 서버상의 SCADA 클라이언트 애플릿에 접근함으로써 SCADA 서버에 접속하고, 접속된 사용

자는 SCADA 서버를 통하여 시스템의 정보를 액세스하게 된다. 접속된 사용자가 시스템에 제어명령을 전달하고자 할 때에는 SCADA 클라이언트를 통하여 요구되는 명령을 SCADA 서버에 보내게 되며, 명령을 수신한 서버가 사용자의 변경권한을 확인한 후 다시 MMI 호스트에 전송함으로써 해당기기를 동작시킨다.

[그림 5]는 명령 수신에 따른 MMI 호스트의 활동을 요약하였다.

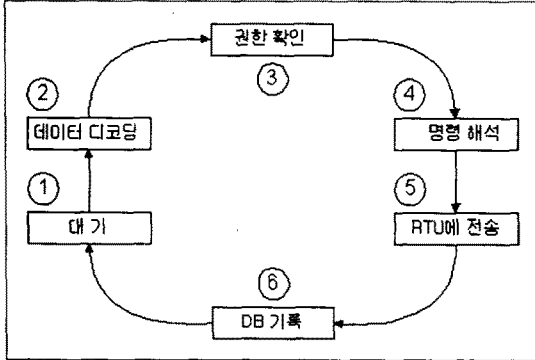


그림 5. MMI호스트의 명령 처리 흐름

MMI 호스트는 RTU로부터 얻어진 각종 정보를 데이터베이스에 저장하고, 기기의 동작상태와 같은 실시간(real-time) 정보는 SCADA 서버에 전송하며, 서버가 다수의 SCADA 클라이언트 사용자 터미널을 갱신함으로써 사용자에게 실시간 정보를 제공한다.

[그림 6] MMI 호스트와 SCADA 서버의 흐름을 나타낸다.

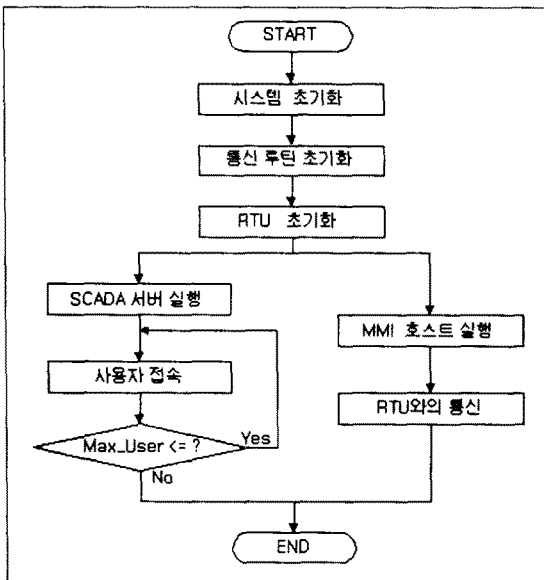


그림 6. 소프트웨어의 흐름도

## 2.4 통신 시스템

MMI 호스트와 RTU간의 통신은 RS-485통신에 의해 버스형 LAN을 구성하고 자체 구현한 CSMA/CD(Carrier Sense Multiple Access/Collision Detection) 프로토콜을 적용하였다. SCADA 클라이언트와 SCADA 서버 및 MMI 호스트간의 통신은 기존의 LAN에, 윈도우즈 소켓에 의

한 클라이언트/서버 모델을 구성하여, 인터넷 프로토콜인 TCP/IP를 적용하였다.

### 2.4.1 CSMA/CD 프로토콜

CSMA/CD 프로토콜은 자유 경쟁(contention)에 의한 방식으로, 각 노드(node)는 송신에 앞서 버스에 반송파를 보내어 송신가능가를 검지(carrier sense)한다. 송신 가능한 상태이면 곧바로 데이터의 송신을 시작하지만 공용 버스가 사용중이면 사용할 수 있을 때까지 기다린다. 복수 노드가 동시 또는 노드간의 전파지연시간 내에 송신을 시도하는 경우 상호가 송신 전에 반송파를 검출할 수 없어서 충돌이 발생하게 되고, 충돌한 노드는 충돌 검지(collision detection)를 한 후, 각각 랜덤(random)시간 후 재 송신을 시도한다.

### 2.4.2 소켓에 의한 클라이언트/서버

클라이언트/서버 구조는 네트워크 응용 프로그램을 설계하는데 가장 많이 사용되는 구조로써, 클라이언트는 서비스나 정보를 요구하는 측을 말하며, 서버는 클라이언트의 요구에 대한 서비스를 제공하는 측을 말한다. 구현된 시스템에서 웹 서버상의 SCADA 클라이언트와 SCADA 서버간에 윈도우즈 소켓에 의한 클라이언트/서버 구조를 적용하였다. 윈도우즈 소켓은 TCP/IP 네트워크 프로그램의 구현을 위하여 제공되는 표준 인터페이스로, 기존의 버클리 소켓에 윈도우즈의 메시지-드리븐(message-driven) 특성을 확장한 것이다.

[그림 7]은 SCADA 서버와 SCADA 클라이언트 애플릿간의 클라이언트/서버 구조에 의한 사용자 접속/해지의 흐름을 표현하였다.

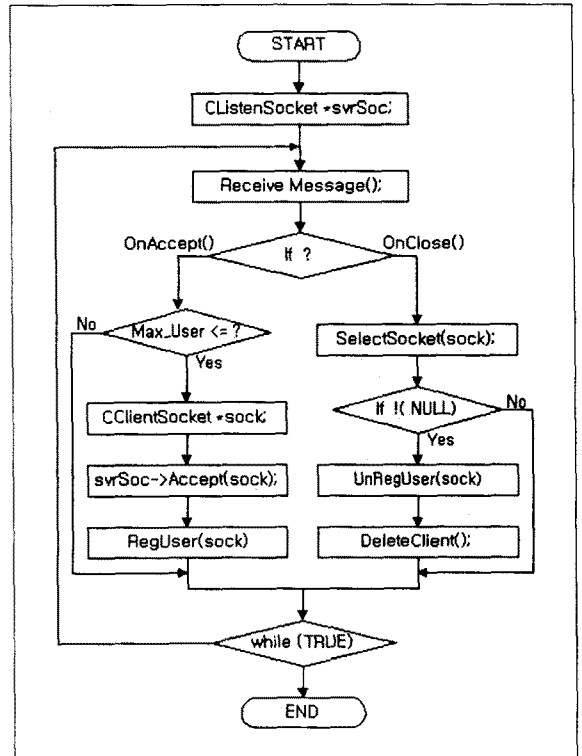


그림 7. 클라이언트/서버에 의한 사용자 접근

## 2.5 실행

[그림 8]과 [그림 9]는 RPM과 온도 측정을 위해 웹

브라우저 상에서 동작하는 MMI 기법에 의하여 구성된 사용자 인터페이스 화면이며, [그림 10]은 제어대상 전체의 동작 확인을 위한 테스트 화면이다.

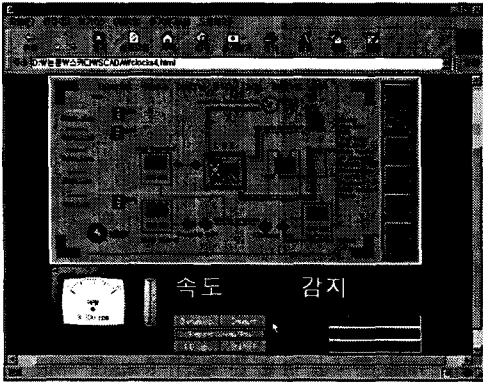


그림 8. RPM 측정화면

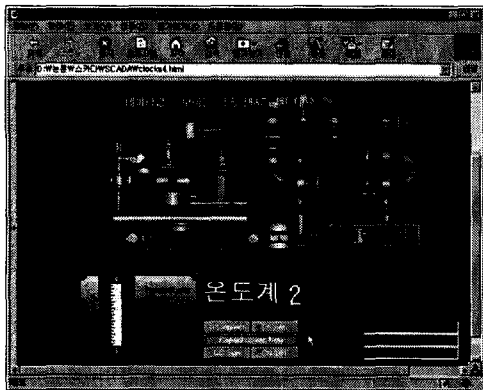


그림 9. 온도 측정화면

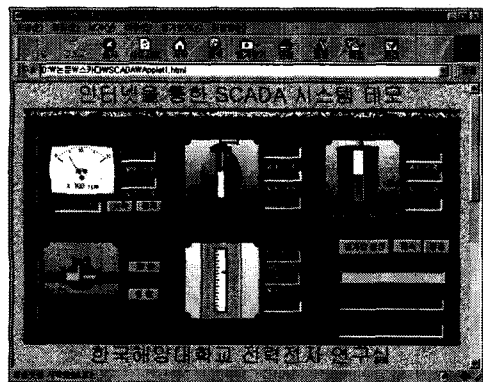


그림 10. 시스템의 실행을 위한 테스트 화면

### 3. 결 론

본 연구에서 구현한 SCADA 시스템은 기존의 시스템을 인터넷 범위로 확장한 것이며, 그 적용 가능성을 확인하기 위함이다. 구현된 시스템은 시험을 통하여 결론을 다음과 같이 정리하였다.

1. SCADA 시스템의 운전에 필요한 MMI 호스트 프로그램의 사용자 인터페이스를 웹 브라우저에서 실행되도록 구현함으로써, 장소 및 거리의 제약을 최소화할 수

있었다.

2. 웹 브라우저의 장점을 흡수할 수 있으므로 운영체제에 따른 단말장치의 부가적인 프로그래밍이나 설치를 요구하지 않으며, SCADA 서버에 SCADA 기능과 OA의 기능을 함께 구현함으로써 "통합화"가 가능하다.
3. 그러나 인터넷의 통신 속도와 물리적인 통신수단에서 야기될 수 있는 제반 문제는 현장의 검증 단계를 거치지 못하였으며, 사용자 인터페이스를 웹 페이지의 형태로 구현함으로써 제어대상의 감시에 따른 그래픽 화면의 이동에 제약을 받고 있다.

향후과제로는, 앞으로 이러한 시스템을 구축하여 실제 산업설비에 적용해 봄으로써 그 신뢰성을 검증하고, 보안성을 고려한 응용분야의 확대 및 OA와의 통합화 추진을 과제로 남긴다.

### [참 고 문 헌]

- [1] 강성익, "변전소 무인화 SCADA 시스템의 운영실적 및 신뢰도 분석조사 연구", 연세대학교 석사학위 논문, PP. 1-33, 1994.
- [2] 이한영, "CSMA/CD 방식을 이용한 마이크로 컴퓨터 통신망의 개발에 관한 연구", 연세대학교 석사학위논문, 1985.
- [3] 이상엽, "Internet Programming Bible", 영진 출판사, 1997.
- [4] Arthur Dumas, "Programming WinSock", SAMS, 1995.
- [5] 이민석, "윈도우스 소켓 프로그래밍", 열린기술, 1996.
- [6] "データ通信技術基礎講座 51", CQ出版社, 1995.