

---

# 저수조 무선 통합 관리 시스템 개발

## Development of Wireless Integrated System for Managing Water Tank

---

정경용  
상지대학교 컴퓨터정보공학부

Kyung-Yong Jung(kyjung@sangji.ac.kr)

---

### 요약

운영되고 있는 대부분의 저수조는 사람의 오감에 의해 관리되고 있다. 이에 인적 물적 자원은 낭비되고 있다. 본 연구에서는 인적 자원의 낭비를 줄이고, 저수조를 온라인 실시간으로 관리하기 위하여 저수조 무선 통합 관리 시스템을 제안한다. 저수조 수위 센서가 저수위 감지시 저수조 콘트롤에서 무선을 통해 데이터를 무선 콘트롤로 보내어 펌프를 가동한다. 이때 저수조에서 일어나는 각종 데이터를 라인전송 모뎀으로 송신한다. 라인전송 모뎀에서 수신된 데이터는 각 시간 단위로 로그를 기록한 후 데이터베이스에 저장된다. 저장된 데이터를 기반으로 펌프동작, 펌프고장, 수위, 태양전지고장, 약품, 전화회선을 감지한 후 실시간으로 결과를 가시화한다. 저수조 무선 통합 관리 시스템을 개발하여 시스템의 논리적 타당성과 유효성을 검증하기 위해 실험적인 적용을 시도하고자 한다.

■ 중심어 : | 저수조 | 유비쿼터스 | 무선 | 관리시스템 |

### Abstract

Most water tanks operating have been managed by people's five senses. A human material resource have been wasted awfully at this. In the present study, we suggest the wireless integrated system for managing water tank of reducing the wastage human resources and on-line real time managing efforts of water tanks. Water level sensor works the pump sending the data from water tank control to the wireless control on sensing water level. At this time, every kind data which happens in the water tank transmits the line transmission modem. Data to be received from the line transmission modem is stored at the database after we record the logs by each hour. We display the result to the web pages, after checking the pump motion, the pump error, the water level, the solar battery error, the chemicals, and the telephone line to the foundation data to be saved. Furthermore, this paper suggests empirical applications of the proposed wireless integrated system for managing water tank in order to verify its feasibility.

■ keyword : | Water Tank | Ubiquitous | Wireless | Manage System |

---

## I. 서론

운영되고 있는 대부분의 저수조는 사람의 오감에 의존하여 관리되고 있다. 이에 인적 물적 자원은 상당히 낭비되고 있다. 구체적인 예로 저수조 관리 시행법에 의하면 수도법 시행령 제24조에서 규정한 수돗물을 다량으로 사용하는 건축물 또는 시설에 설치된 저수조를 대상으로 건축법 제58조 제1항의 규정에 의한 연면적이 5,000m<sup>2</sup> 이상인 건축물, 공중위생법 제26조의 규정에 의한 공중이용시설로 연면적이 3,000m<sup>2</sup> 이상인 사무용 건축물, 연면적이 2,000m<sup>2</sup> 이상인 복합 건축물, 객석수 1,000석 이상의 공연장, 1,000명 이상의 관객을 수용할 수 있는 실내 체육시설은 의무적으로 수도법 제21조 및 수도시설의 청소 및 위생관리 등에 관한 규칙 제6조의 규정에 의하여 공동주택이나 대형건물의 관리자 또는 소유자는 저수조 위생점검을 월 1회 이상, 저수조 청소는 년 2회 이상 실시하도록 되어 있다[1][2]. 그러나 현실정은 이러한 법적 근거를 내세우는 행정관청의 요구에 무의미하게 따라가고 있는 정도이다. 이러한 시점에서 효율적인 저수조 관리 시스템의 필요성이 점차 대두되어가고 있다. 특히 농촌에서 운영되고 있는 저수조의 경우에는 심각성이 더하고 있다. 농촌기피 현상으로 인해 인적 자원이 줄어들고 있는 추세에서 저수조 관리까지 그 의무를 농촌에 남아있는 노장년층의 사람들에게 맡긴다면 저수조 관리는 당연히 소홀해 질 것이다. 이로 인하여 발생하는 여러 가지 문제 중에 가장 먼저 나타나는 문제점은 수자원의 오염이다[3]. 생활수준이 높아지면서 환경에 대한 관심이 높아져 저수조에 대한 오염여부는 민감한 부분으로 부각되고 있다. 이로 인해 저수조 물의 질을 확보하여 건강을 유지시킬 수 있는 방안 마련이 절대적으로 필요한 시점에 있다. 생활용수의 관리가 중앙집중식인 경우에 있어서는 청정수에 요구와 용수에 대한 불신이 확산되어 보다 철저한 관리와 효율적인 방법이 요구되고 있다[4].

기존 연구로는 간이상수도 통합관계 운영시스템[5]이 있다. 이는 상수도의 마이컴 독립제어반, 운영자측의 통합관계 서버장치 및 관리자측의 모니터링 장치를 전화 또는 인터넷망을 통해 복수개로 구분된 통신망으로 결합되어 구성된다. 전국 산각벽지 및 도서의 간이상수도에

관한 수질 평가항목 데이터를 실시간으로 종합 수집 및 분석함으로써 간이상수도 저수조의 수질 및 수량을 효율적으로 관리할 수 있는 시스템이다. 이는 통신수단으로서, 정보통신 네트워크망에 결합된 운영자측의 통합관계 서버장치로부터 전달되는 데이터를 표시하는 관리자측의 모니터링 장치 및 개별 식별자를 이용하여 상기 통합관계 서버장치에 의해 식별되어 TCP/IP 통신을 수행하게 구성되어 있고, 현장의 저수조의 각종 계측센서로부터 측정된 상기 계측 데이터 및 독립제어반 자가진단 데이터를 유무선 RS232C 인터페이스 통신형태로 상기 통합관계 서버장치로 전송함과 함께, 서버로부터 원격제어 신호명령을 수신 받게 구성된 저수조용 이더넷 제어보드로 구성되어 있다. 이는 간이상수도 관리 및 급수관에 대한 수질변화를 모니터링하는 시스템으로 관리자가 오프라인으로 직접 통합관리해야 하고 시스템의 반응시간이 느리다는 문제점이 있다.

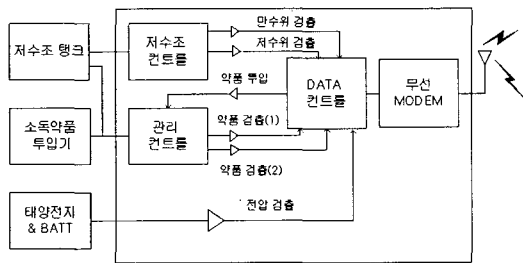
따라서 본 연구에서는 인적 자원의 낭비를 줄이고, 저수조를 실시간으로 정확하게 관리하여 수자원을 효율적으로 사용하기 위해서 저수조 무선 통합 관리 시스템을 개발하고자 하였다.

## II. 저수조 무선 통합 관리 시스템

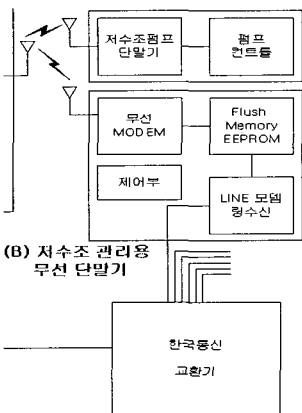
[그림 1]은 본 연구에서 제안한 저수조 무선 통합 관리 시스템에 대한 프로세스이다. 제안한 시스템의 프로세스는 저수조 탱크 제어기, 저수조 관리용 무선 단말기, 웹 기반 저수조 관리 시스템을 포함하고 있다.

[그림 1(A)]의 저수조 탱크 제어기는 저수조의 만수위 및 저수위를 확인하여 작동하는 무선 자동화 기능과 태양 전지 및 전력으로부터 전압 검출을 데이터 컨트롤로 보내는 기능을 한다. 그리고 소독약품 투입을 조절하는 관리 컨트롤로 센서에 의한 자동 투입 기능이 가능하다. [그림 1(B)]의 저수조 관리용 무선 단말기는 저수조 탱크 제어기의 신호를 데이터로 변환하여 무선으로 전화선이 있는 모뎀으로 전송하여 저장하고 전화선과 연결하는 모뎀 기능이다. 제어부에서 무선 단말기로 넘어온 데이터를 전원 없이도 장기간 안정적으로 기억이 가능한

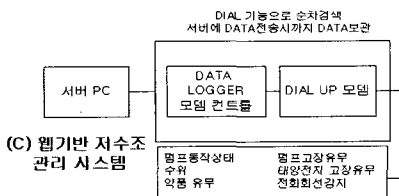
EEPROM으로 보낸다. 그리고 한국통신 교환기를 통해 라인 모뎀 링 수신으로 데이터를 보내는 기능이 있다. [그림 1(C)]의 웹기반 저수조 관리 시스템은 여러 개의 회선을 공유하는 형태를 갖는 다이얼 업 모뎀을 통해서 전송된 데이터를 Microsoft SQL Server 2000의 데이터 베이스에 저장한다. 저장된 데이터를 기반으로 펌프 동작상태 체크, 펌프 고장유무 체크, 수위 체크, 태양전지 고장유무 체크, 약품유무 체크, 전화회선 체크를 한다. 웹프로그래밍을 이용하여 저장된 데이터를 기반으로 관리자가 쉽게 볼 수 있도록 관리 웹페이지를 구성한다. 여기서 사용자 인증으로 관리자들과 일반 사용자들 사이의 차별화된 정보를 제공한다.



(A) 저수조 Tank 제어기



(B) 저수조 관리용 무선 단말기



(C) 웹기반 저수조 관리 시스템

그림 1. 저수조 무선 통합 관리 시스템에 대한 프로세스

### III. 부분별 기능 및 사양

#### 1. 무선무동부

무선 모듈은 PLL 제어 방식으로 채널 선택이 용이하고 CPU를 내장한 마이크로컴퓨터의 통제에 의해 데이터를 초고속으로 처리하며, 데이터 에러를 정정하는 기능이 있어 오동작을 막을 수 있다[6][7]. 사용 주파수는 424.7MHz~424.95MHz이고 채널 간격은 12.5KHz이다. 송신출력은 10mW이고 수신감도는 -120dBm 이상이다.

#### 2. 저수조 콘트롤 단말기

수위 조절센서 및 전원, 소독약품 자동 투입기의 약품 감지센서를 연결할 수 있으며 지하수 모터 펌프 단말기의 데이터를 체크할 수 있다.

##### 2.1 표시부

송신 및 수신 LED는 데이터를 송신하고 수신할 때 사용된다. 지하수 모터펌프 단말기와는 1분 간격으로 송·수신을 하여 지하수 모터 펌프 단말기의 펌프 작동여부, 지하수의 물부족, 펌프의 이상 유무를 확인하게 되며 저수조의 수위가 저수위가 되면 지하수 모터펌프 단말기의 펌프를 가동시킨다. 그리고 저수조의 수위, 전원, 전압변화, 소독약품 유무 등을 감지하여 라인모뎀 전송기로 송신하게 된다. 동작 LED는 1초 간격으로 동작여부를 체크할 때 사용된다. 약품감지 LED는 소독 약품기의 약품을 감지하여 약품이 있을 경우는 켜지고 약품이 없으면 2초 간격으로 깜박거리게 된다. 전원 LED는 충전 전원의 전압이 12V 이상이면 켜지고 12V 이하면 2초 간격으로 깜박거리게 된다. 펌프 모니터 LED는 지하수 모터펌프 단말기의 펌프가 작동을 하면 켜지고 작동을 멈추면 꺼지게 된다. 펌프상태 감지 LED는 펌프의 이상 유·무를 감지하여 정상일 경우 켜져 있으며 이상일 경우 2초 간격으로 깜박거리며 저수조 콘트롤기로 송신하게 하였다. 지하수 수위감지 LED는 지하수 관정내 수위가 정상일 경우 켜지며 저수위일 경우 2초 간격으로 깜박거리며 저수조 콘트롤기로 송신된다. 펌프 모니터 LED는 지하수 모터펌프 단말기의 펌프가 작동을 하면 켜지고 작동을 멈추면 꺼진다.

## 2.2 입력부

수위 센서부는 초음파 센서 또는 오투기 센서를 선택하여 사용할 수 있다. 초음파 센서는 저수조의 수위를 10% 단위로 감지하여 수위 변화가 있을 때 저수조 콘트롤기에서 라인모뎀 전송기로 송신하게 되며 저수위를 감지하게 되면 지하수 모터펌프 단말기의 펌프를 가동시킨다. 오투기 센서는 저수조의 고수위 및 저수위를 감지하여 저수조 콘트롤기에서 라인모뎀 전송기로 송신하고 저수위가 감지되면 지하수 모터펌프 단말기를 가동하게 하였다. 소독약품 감지부는 소독약품 투입기의 센서를 연결하여 소독약품의 유·무를 확인하게 된다. 전원 전압 감지부는 전원 단자를 연결하여 전압이 1V 이상의 변화가 있을 경우 저수조 콘트롤기에서 라인모뎀 전송기로 충전상태를 송신한다. 전원 충전은 전원사용이 가능한 A/C 전원과 태양전지를 이용한 태양광 발전기를 모두 사용하였으며 무보수 충전용 전원과 과충전 보호회로가 내장되어 있다.

## 3. 지하수 모터펌프 단말기

최대 8개 라인까지 입력 및 출력 제어가 가능하며 각 제어부의 모니터링 기능이 내장되어 있다. 동작 LED는 정상 동작은 1초 간격으로 깜박거리며 송신 및 수신 LED는 데이터를 송신하고 수신할 때 켜진다. 저수조 콘트롤기와 1분 간격으로 송·수신을 하며 펌프작동 여부, 지하수의 물부족, 펌프의 이상 유무, 펌프의 가동 및 정지된 상태를 저수조 콘트롤기로 송신된다[8]. 펌프상태 감지 LED는 펌프의 이상 유무를 감지하여 정상일 경우 켜져 있으며 이상일 경우 2초 간격으로 깜박거리며 저수조 콘트롤기로 송신된다. 지하수 수위감지 LED는 지하수 관정내 수위가 정상일 경우 켜지며 저수위일 경우 2초 간격으로 깜박거리며 저수조 콘트롤기로 송신된다. 펌프 모니터 LED는 펌프가 작동을 하면 켜지고 작동을 멈추면 꺼지며 저수조 콘트롤기로 송신된다.

## 4. 라인모뎀 전송 및 수신 단말기

라인모뎀 전송 단말기의 구성은 콘트롤 보드와 LCD 판넬 다이얼 키패드로 구성하였다. 라인잭에 전화선을 연결하고 전원을 연결한 후 다이얼 키패드로 LCD 판넬

에서 현재의 시각 및 날짜, 저수조 번호, 수신 전화번호를 설정하고 전화 걸기 기능을 이용하게 된다. 전원 단전 또는 전원 방전에 의한 데이터 손실을 방지하기 위하여 전원이 차단되어도 최대 20시간까지 데이터를 저장할 수 있는 기능이 내장되어 있다. 라인모뎀 수신 단말기는 라인잭에 전화선을 연결하고 제품에 제공되는 아답타 및 컴퓨터 시리얼 케이블을 라인모뎀 수신기와 컴퓨터의 시리얼포트에 연결한다.

## 5. 소독약품 투입기

전원을 연결한 후 전면에 있는 스위치를 조작하여 약품 투입시간, 휴지시간, 세척시간을 설정하면 자동으로 약품을 투입하게 되며 시스템에서 자동으로 약품량을 감지하여 저수조 콘트롤러로 데이터를 보낸다.

## 6. 저수조 무선 통합 관리 프로그램

웹서비스를 할 수 있도록 웹서버를 구축하고 시스템에 접속하는 사용자 또는 관리자에게 저수조 통합 관리를 할 수 있도록 시각화하여 데이터를 보여준다. 라인모뎀 수신기로부터 수신 받은 저수조 모니터링 및 제어모듈의 모니터링 데이터는 직렬 인터페이스를 통해 서버로 전달되고 전달된 데이터는 각 시간 단위로 로그를 기록한 후 데이터를 웹서버의 데이터베이스에 저장한다.

저수조 통합 관리 터미널에서 보낸 데이터들을 기반으로 실시간으로 여러 곳에 분포되어 있는 저수조의 가동 현황을 보여준다. 여기서 데이터들은 펌프 동작상태 체크(동작, 정지, 과부하감지, 지하수유·무), 펌프 체크(정상, 고장), 수위 체크, 태양 전지 체크(정상, 고장), 약품유무 체크(약품 있음, 약품 없음), 전화회선 감지이다. 각각의 체크 모듈에서 나온 데이터를 기반으로 저수조별로 페이지를 구성하여 실시간 데이터를 화면에 보인다. 여기서 관리의 편의성을 두어 문제가 발생한 저수조들만을 구성된 페이지를 구성하여 실시간 유지보수가 가능한 관리 시스템을 개발하였다.

여러 지역으로 저수조들이 늘어남에 따라 관리자 화면에서 저수조를 등록, 수정, 삭제 기능을 할 수 있게 하였다. 등록하려는 저수조는 저수조 ID로 식별하여 등록하게 하였다. 저수조 통합 관리 터미널의 저수조 ID와 등록

하려 하는 저수조 ID가 일치해야만 정확한 정보를 송·수신할 수 있게 구성하였다. [그림 2]는 웹기반 저수조 통합 관리 시스템의 사용자 페이지이고, [그림 3]은 웹기반 저수조 통합 관리 시스템의 관리자 페이지이다.

[그림 2]의 저수조 통합 관리 시스템의 사용자 화면에서는 저장된 데이터를 기반으로 펌프동작, 펌프고장, 수위, 태양전지고장, 약품, 전화회선을 감지한 결과를 나타낸다. 문제가 생겨 관리가 필요한 저수조는 빨간색으로 표시된다. [그림 3]의 저수조 통합 관리 시스템의 관리자 화면은 새로운 저수조를 등록 및 관리를 할 수 있다.

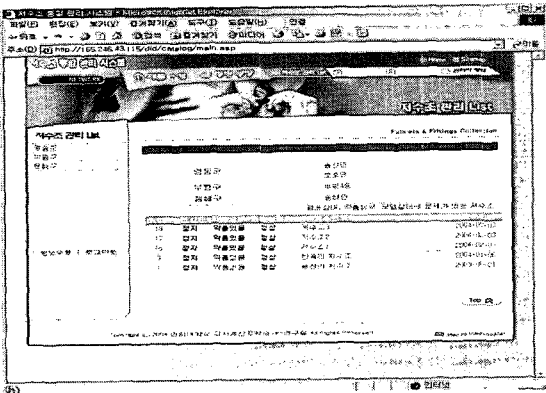


그림 2. 웹기반 저수조 통합 관리 시스템의 사용자화면

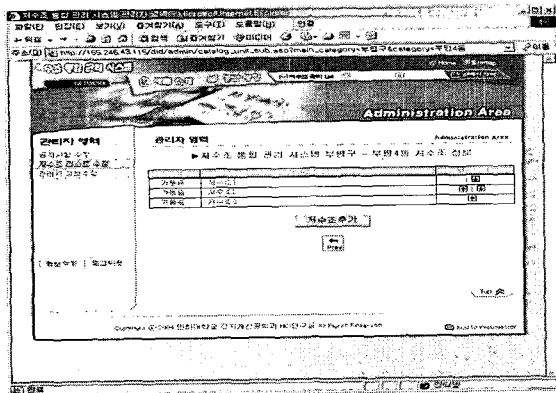


그림 3. 웹기반 저수조 통합 관리 시스템의 관리자 화면

#### IV. 저수조 통합 관리 터미널

저수조 통합 관리 터미널은 호스트 컴퓨터에 설치하는 프로그램으로써 리모트의 모뎀을 유선으로 제어하는 기능을 담당하며 리모트의 모뎀으로부터 유선으로 받은 데이터를 호스트 컴퓨터의 데이터베이스에 저장하는 기능도 담당한다. 터미널은 제어부, 연결상태 표시부, 수신 데이터 표시부, 터미널 제어부로 구성한다. [그림 4]는 저수조 통합 관리 터미널이다.

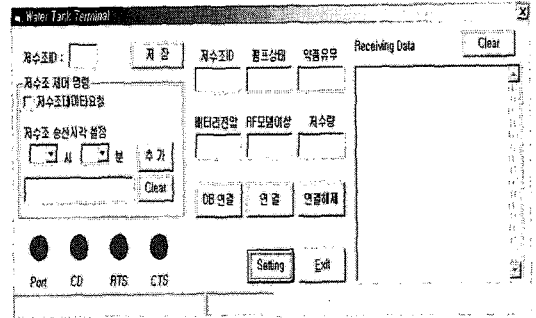


그림 4. 저수조 통합 관리 터미널

##### 1. 제어부

제어부는 리모트 모뎀의 제어를 담당하는 부분이다. 데이터베이스를 이용해 각 저수조를 제어하는 데이터를 설정, 수정, 저장을 한다. 저수조를 제어하는 데이터이란 리모트 모뎀이 마지막 접속시간부터 현재 접속한 시간까지 모아둔 저수조 정보 데이터를 호스트 컴퓨터로 전송을 하는지를 제어하는 데이터를 말하며 저수조 데이터 요청 체크박스의 체크 유무에 따라 해당 명령어가 저장된다. 또한 저수조 송신 시각 설정은 리모트 모뎀이 호스트 모뎀에 전화를 걸어 접속하는 시간을 기준에 설정되어 있는 시간 또는 다른 시간으로 설정하는 부분으로써, 다른 시간으로 설정을 하려면 먼저 저수조 ID 부분에 저수조의 아이디를 입력하고 저수조 송신시간 설정에서 시와 분을 선택하고 추가 버튼을 누르면 해당 시간이 상대방시창에 표시가 된다. 여기서 두개 이상의 접속 시간을 설정하려면 시와 분을 선택하고 추가 버튼을 누르면 된다.

### 2. 연결상태 표시부

연결 상태 표시부는 터미널과 외장형 모뎀의 연결상태를 나타내는 부분이다. Port, CD, RTS, CTS의 램프는 연결상태를 색으로 표현한다. 터미널과 외장형 모뎀이 성공적으로 연결되었다면 붉은색이었던 램프가 연두색으로 변화게 된다. 터미널 가장 아래쪽에 위치한 상황선은 연결상태를 텍스트 형식으로 알려준다. [그림 5]는 연결상태 표시부를 나타낸다.

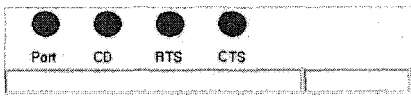


그림 5. 연결상태 표시부

### 3. 수신 데이터 표시부

수신 데이터 표시부는 리모트 모뎀으로부터 수신받은 데이터를 보여주는 부분이다. 화면의 내용은 접속 상태와 수신받은 데이터를 보여주는 부분과 수신받은 데이터 중에서 저수조의 정보를 담고 있는 데이터를 발췌하여 그 정보를 보여주는 부분으로 나눌 수 있다. 각각의 저수조에서 수신받은 정보는 데이터베이스에 저장된다. 정보는 수신 데이터 표시부의 왼쪽 부분에 저수조 ID, 펌프상태, 약품유무, 전원전압, RF모뎀이상, 저수량이 표시된다. 일별/년별로 관리 데이터 저장이 가능하고 저장된 저수조의 정보가 일별/년별로 출력 가능하다. [그림 6]은 수신 데이터 표시부를 나타낸다.

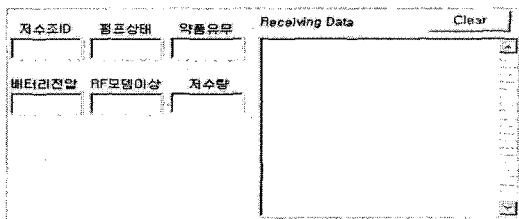


그림 6. 수신 데이터 표시부

### 4. 터미널 제어부

터미널 제어부는 데이터베이스 연결버튼, 연결버튼,

연결해제 버튼, 환경설정 버튼으로 구성된다.

데이터베이스 연결버튼은 각 저수조에 대한 제어 데이터를 저장하는 데이터베이스와 리모트에서 보낸 저수조 정보를 저장하는 데이터베이스를 연결하기 위한 기능을 한다. 연결버튼은 터미널이 외장형 모뎀을 활성화시킴으로써 외장형 모뎀을 초기화하며 포트를 열고 접속할 수 있는 대기상태로 만드는 기능을 한다. 연결해제 버튼은 터미널이 외장형 모뎀과의 연결을 해제하는 기능을 한다.

환경설정 버튼은 호스트 컴퓨터에 연결된 외장 모뎀을 설정하는 기능을 한다. 환경설정은 시스템의 명령 제어 속성창이 활성화되며, 크게 모뎀을 설정하는 부분과 모뎀 초기화 명령을 하는 부분이 있다. 모뎀 설정하는 부분은 사용자가 변경할 수 있는 명령 포트 부분으로써 사용자는 호스트 컴퓨터에 연결된 외장형 모뎀이 사용하고 있는 포트를 확인한 후, 수동으로 설정한다. 기본값으로는 2번 포트로 설정되어 있다. [그림 7]은 명령 제어 속성창을 나타내며 모뎀초기화 명령을 설정하는 부분, 링 검출 횟수, 지역 코드 등을 설정하는 부분으로 구성된다. 명령 제어 속성창의 기본값으로는 'ATZ' 'ATS0=2' 'ATS99=81' 'ATS51=10'이 설정되어 있다.

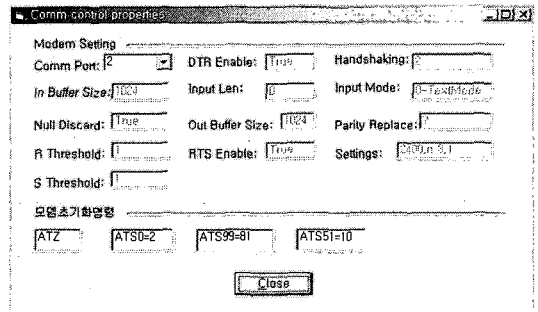


그림 7. 명령 제어 속성창

## V. 설치 단면도 및 제품 사항

[그림 8]은 저수조 무선 통합 관리 시스템의 설치 단면도이다.

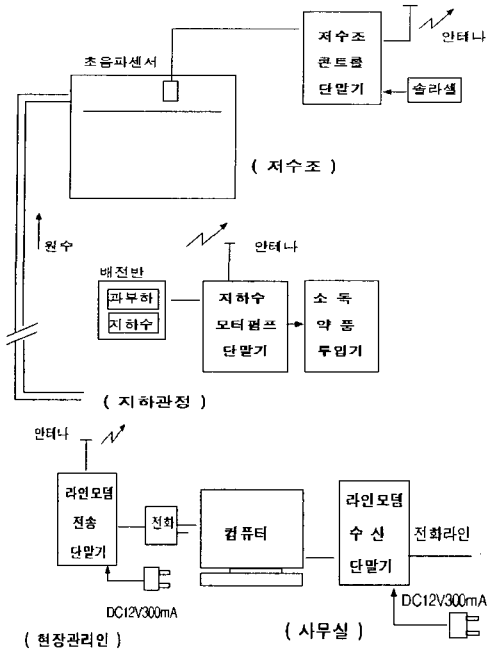
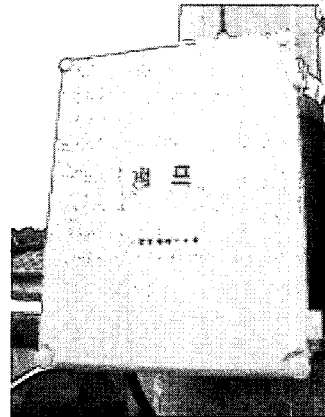
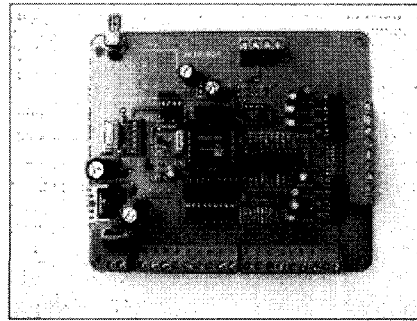
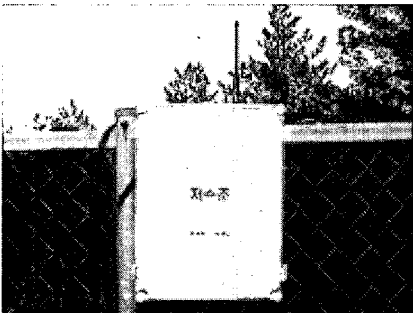
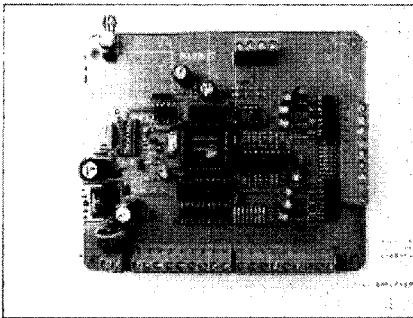


그림 8. 저수조 무선 통합 관리 시스템의 설치 단면도

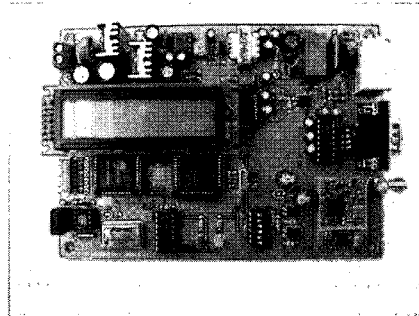
[그림 9]는 저수조 무선 통합 관리 시스템의 시제품 보드 및 현장 설치 사진이다.



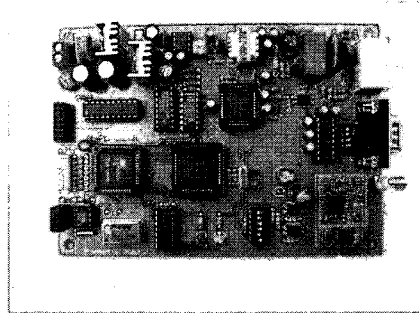
(B) 지하수 모터펌프 단말기(무선 모듈 포함)



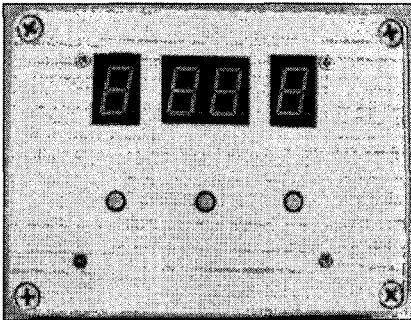
(A) 저수조 콘트롤 단말기(무선 모듈 포함)



(C) 라인모뎀전송 단말기(무선 모듈 포함)



(D) 라인모뎀 수신 단말기



(E) 소독약품 투입기

그림 9. 시스템의 시제품 보드 및 현장 설치 사진

## VI. 성능 평가

저수조 무선 통합 관리 시스템의 성능 평가를 하기 위해서 3개월(2006년 1월-4월) 동안 시제품 보드를 20군데 저수조에 설치하고 데이터를 수집하여 데이터베이스에 저장하였다. 본 연구의 개발 환경은 IBM eServer X206, 2.8GHz, 512MB RAM의 컴퓨터 사양에서 Window Server 2003 환경에 Microsoft Visual Studio C++ 6.0과 IIS 10.0 환경에서 ASP를 사용하여 각 알고리즘을 구현 하였고 시뮬레이션을 하였다. 저수조의 정보를 저장하기 위한 DBMS는 Microsoft SQL Server 2000을 활용하였다. 시스템에 접속한 사용자 관리자는 세션을 처리하여 하나의 데이터베이스의 테이블마다 정보를 저장하고 저장된 정보는 관리자 툴을 사용하여 정보의 수정, 삭제가 가능하다. 저수조의 데이터들은 일별/년별로 누적하여 관측해보는 과정에서 새로운 아이디어 발상의 귀중한 정보가 될 수 있다. 이는 적합하게 저수조를 디자인하고 데이터베이스화하여 관리하면 시간을 단축하고 경비를 절감시킬 수 있을 뿐만 아니라 관리의 효율성을 급격히 향상시킬 수 있을 것이다.

본 연구에서는 평가를 위해 개발된 저수조 무선 통합 관리 시스템(WIS-MWT)과 기존 방법인 간이상수도 통합관제 운영시스템(WTOS)과 저수조의 수를 변화시키면서 평균 절대 오차(MAE)와 반응시간을 사용하여 성능을 비교하였다. MAE는 일반적으로 적용이 쉬운 방식 이어서 개발된 시스템의 정확도 측정에 주로 사용되며,

통계학적인 정확도를 측정하는 방법으로 실제 항목에 대한 수치화된 값을 비교하기 위해 사용된다[9]. 대상 집합의 실제 값을  $(R_1, R_2, \dots, R_n)$ 이라고 하고, 동일한 항목에 대한 시스템에서 측정된 값을  $(P_1, P_2, \dots, P_n)$ 으로 표현하면, 오차  $E=(\varepsilon_1, \varepsilon_2, \dots, \varepsilon_n)=(P_1-R_1, P_2-R_2, \dots, P_n-R_n)$ 이며 MAE는 식(1)과 같이 정의된다. MAE는 최소화되어야 측정된 값의 정확도가 높다고 할 수 있다.

$$|\bar{E}| = \frac{\sum_{i \in I} |e_i|}{n} \quad (1)$$

시스템의 반응시간을 비교하기 위해서는 초(second)를 사용한다[10]. 반응 시간은 저수조의 정보가 서버로 전달되고 각 시간 단위로 로그를 저장한 후 사용자 화면에 보이는데 걸리는 시간이다. [표 1]은 저수조의 수에 따른 정확도와 반응시간에 대한 실험 결과를 보여준다.

표 1. 저수조의 수에 따른 정확도와 반응시간

저수조의 수	MAE	
	WIS-MWT	WTOS
1	1.0	1.0
5	0.9941	0.9958
10	0.9978	0.9528
15	0.9987	0.9398
20	0.9995	0.8818

저수조의 수	반응시간(sec)	
	WIS-MWT	WTOS
1	1	1
5	2	3
10	3	11
15	6	14
20	12	24

[표 1]에서 저수조의 수에 따른 MAE의 실험 결과를 보면 WIS-MWT 방법이 WTOS 방법보다 저수조의 수에 관계없이 매우 정확도가 높음을 보여주고 있다. 반응시간의 실험 결과를 보면 저수조의 수가 많아질수록 반응시간이 느려지는 점을 볼 수 있다. 이는 시스템을 실시간 처리 시스템으로 데이터가 발생할 때마다 즉시 처리



되어야 하는 형태의 대화식 처리방식으로 구현하여 데이터가 생성된 시간과 실제 처리되는 시간 사이의 지연이 발생하여 반응시간이 느려졌다. 향후 개발된 시스템을 우선순위를 부여하여 일정 시간 동안 서버를 공유하게 함으로서 작업을 효율적으로 처리할 수 있는 시분할 처리 시스템으로 만들어야 한다. 따라서 중앙처리 장치가 사용 가능함에도 불구하고 사용되지 않고 있는 시간인 유휴시간을 줄일 수 있다.

## VII. 결론

저수조 무선 통합 관리 시스템은 저수조 운영을 총괄 관리함으로써 실시간 저수조 상태 파악이 용이하며 수자원의 오염시 대처가 신속하다. 또한 시스템에 의해 자동으로 저수위와 만수위 상태 파악 가능하다. 그리고 사람이 아닌 시스템에 의한 자동화된 관리를 함으로 환경 친화적이며 관리자의 업무효율 개선 및 체계적인 데이터 관리로 오차율이 최소화된다. 저수조와 소독 약품 등의 비율을 최적으로 관리가 가능하고, 향후 모든 저수위의 자동 제어 시스템으로 발전이 가능하다.

본 연구에서 개발된 시스템은 안정적인 수자원 확보가 용이하다. 저수조는 안정적인 배급수 체계의 구축과 비상시 식수 문제를 해결하기 위한 차원에서 일정 규모 이상의 건물물이나 배수지를 통합한 급수 체계를 지원받지 못하는 농어촌 등에 시범 설치하고 있다. 저수조 무선 통합 관리 시스템을 구축함으로써 실제 저수조에서 직접 관리하지 않아도 여러 지역에 분포되어 있는 저수조의 현재 상태를 확인하며, 최적의 상태를 유지할 수 있기 때문에 단수와 같은 돌발적인 상황에 보다 유연하게 대처할 수 있다. 또한 기후 특성상 우기에 강수량이 집중되어 있어 늦봄이나 겨울에 계속 겪어왔던 가뭄현상의 해갈에도 일조할 수 있다.

마지막으로 제안한 시스템에 의해 효율적인 인적관리가 가능해진다. 컴퓨터를 통한 하나의 통합 관리 시스템으로써 인적자원의 낭비를 줄이고 정확하고 긴밀한 상하기관의 유기체를 조직할 수 있는데 그 필요성이 더욱 요구되고 있다.

## 참고 문헌

- [1] 박병운, “저수조내에서 수질의 경시적 변화에 관한 연구”, 한국환경과학회논문지, 제4권, 제1호, pp.81-90, 1995.
- [2] 물 수요관리 종합대책 수입 연구, 환경부, 2002.
- [3] 한무영, “대체수자원으로서의 빗물활용방안”, 대한상하수도학회지, 제14권, 제3호, pp.207-210, 2000.
- [4] 문광순, 환경친화적인 위생저수조 및 옥내배관 시스템의 유지관리기술 개발, 한국계면공학연구소 보고서, 환경부, 2004.
- [5] 강동열, 하정림, 김정환, 간이상수도 통합관제 운영 시스템 및 운영방법, 국내특허, 특허청, 2005.
- [6] S. D. Gorantiwar and I. K. Smout, "Allocation of Scarce Water Resources using Deficit Irrigation in Rotational Systems," J. of Irrigation and Drainage Engineering, American Society of Civil Engineers, pp.155-163, 2003.
- [7] Z. Kattan, "Chemical and Environmental Isotope Study of Precipitation in Syria," J. of Arid Environments, Vol.35, pp.601-615, 1997.
- [8] C. Njiru and M. Albu, "Improving Access to Water Through Support to Small Water Providing Enterprises," J. of Small Enterprise Development, pp.30-36, 2004.
- [9] M. J. Pazzani, "A Framework for Collaborative, Content-Based and Demographic Filtering," Artificial Intelligence Review, Vol.13, No.5-6, pp.393-408, 1999.
- [10] 정경용, 김종훈, 나영주, 이정현, “클라이언트-서버 모델 기반의 개인화 텍스타일 감성 디자인 추천 시스템의 성능 평가”, 정보과학회논문지, 제11권, 제2호, pp.112-123, 2005.

저 자 소 개

정 경 용(Kyung-Yong Jung)

정회원



- 2000년 2월 : 인하대학교 전자계산공학과(공학사)
- 2002년 2월 : 인하대학교 컴퓨터정보공학과(공학석사)
- 2005년 8월 : 인하대학교 컴퓨터정보공학과(공학박사)

- 2006년 3월~현재 : 상지대학교 컴퓨터정보공학부 교수  
<관심분야> : 데이터마이닝, 지능시스템, 인공지능