

## Irrigation System Based on Wireless Internet

조태경<sup>†</sup>  
(Tae-Kyung Cho)

**Abstract** - The key point on water culture is the precise irrigation control according to the growth condition of growing plant. And most existing irrigation controllers are operated independently. So, the manager must be resided at hydroponic farm. In this paper, we design the irrigation control system based on wireless Internet that can be providing various control functions according to the growth condition of growing plant by using the cellular phone.

**Key Words** : Irrigation System, Water Culture, Wireless Internet, Wireless Application Protocol

### 1. 서론

수경재배란 식물의 생육에 필요한 영양분을 녹인 배양액으로 식물을 재배하는 과학적인 농업기술이다. 수경재배는 고대부터 공중 전원, 중국의 수상 정원 등에 이용되었고 기원전 이집트의 상형문자에도 기록이 있다. 현재 수경재배 면적은 시설재배 면적에는 미치지 못하지만 원예작물 수출에서 차지하는 비중은 점차 늘고 있는 추세이다.

이러한 수경재배의 장점으로는 농경지 확보가 어려운 곳이나 토양이 오염되어 작물재배가 불가능한 곳에서도 작물을 재배할 수 있고, 흙 재배에 비하여 충분한 물과 공기를 공급할 수 있기 때문에 작물의 성장을 촉진하여 생산량을 증대시킬 수 있다. 또한 작물의 성장에 가장 중요한 뿌리의 상태를 볼 수 있기 때문에 경험이나 감에 의존하지 않는 과학적인 재배가 가능하다.

그러나 수경재배는 각종 장치와 시설을 구축하기 위해 자본이 많이 들고, 효율적인 재배관리를 위해 작물의 영양생리 및 화학적인 기초소양이 요구되는 단점도 있다[1][2]. 따라서 식물 성장의 양적·질적인 측면을 고려한 정확한 급액관리가 매우 중요하다. 그러나 현재 일반화된 시간제어방식이나 일사량제어 방식으로는 정확한 급액관리가 불가능한 실정이다. 즉 부정확한 급액관리는 생산성 및 품질 저하의 원인이 되고, 경제적으로도 낮은 소득을 초래한다. 따라서 이러한 한계를 극복할 수 있는 정밀한 급액관리 시스템의 개발이 요구되어지고 있다[3].

또한 현재 사용 중인 대부분의 급액관리 시스템은 독립적으로 운영되고 있어, 급액관리자가 상시로 시스템을 관찰하고 제어해야 하는 불편함이 있다. 즉 수경재배 농가에서는 급액관리를 위해 수경재배지에 관리자가 상주하여야 하는 문제점이 있다.

따라서 본 논문에서는 다양한 작물의 생육조건에 따라 적

절하게 급액제어를 수행할 수 있는 다양한 기능을 수용하고, 원격지에서 휴대폰을 이용해서 급액관리를 수행할 수 있는 무선 인터넷 기반의 급액관리 시스템을 설계하였다.

본 논문의 구성은 2장에서 무선 인터넷 기반의 급액관리 시스템의 구성을 보이고, 3장에서는 급액제어기의 설계에 대해 논한다. 4장에서는 무선 인터넷 기반의 급액관리 서버 구현에 관해 기술하고, 5장에서 결론을 맺는다.

### 2. 급액관리 시스템 구성

본 논문에서 설계한 급액제어 시스템의 전체 구성도를 그림 1에 나타냈다.



그림 1 급액제어 시스템 구성도

Fig. 1 Configuration of irrigation control system

본 논문에서 설계한 급액제어 시스템은 수경재배지의 상태를 파악하여 급액을 제어하는 급액제어기, 다수의 급액제어기를 관리·제어하고 인터넷을 통해 휴대폰과 정보를 송수신하는 기능을 갖는 급액관리 서버로 구성된다.

### 3. 급액관리 제어기

#### 3.1 급액제어기 설계

급액제어기는 온실에 위치하고 있으며, 작물을 재배하는 수조에 급액을 제어하고 인터넷을 통해 급액관리 서버와 연동한다.

<sup>†</sup> 교신저자, 정회원 : 상명대학교 정보통신공학과 교수·공박

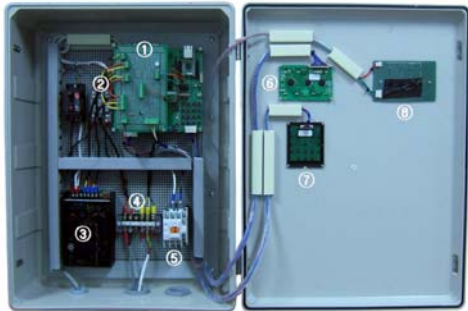
E-mail: tkcho@smu.ac.kr

접수일자 : 2009년 10월 28일

최종완료 : 2009년 11월 14일

본 논문에서 설계한 급액제어기는 Stand-alone 기능도 있어 인터넷 접속 없이 독립적으로도 사용이 가능하며, 인터넷 접속이 가능한 농가에서는 인터넷을 통해 급액관리 서버와 연동하여 급액을 제어할 수 있다.

설계한 급액관리 컨트롤러는 중앙제어 모듈, 모터구동 모듈, 전원 모듈, 수위 센서 모듈, 사용자 인터페이스 모듈로 구성된다. 급액제어기의 내부 구조를 그림 2에 나타냈다.



① 중앙제어 모듈 ② 모터구동 모듈 ③ 전원 모듈  
④,⑤ 수위센서 모듈 ⑥,⑦,⑧ 사용자 인터페이스 모듈

그림 2 급액제어기  
Fig. 2 Irrigation controller

중앙제어 모듈은 Atmega128 마이크로컨트롤러[4][5], 128 kbytes의 Flash 메모리, 4 kbytes EEPROM, 8 Channel의 ADC(Analog Digital Converter)를 사용하였고, 802.5 LAN 포트를 지원한다.



그림 3 중앙제어 모듈  
Fig. 3 Central control module

모터구동 모듈은 수위센서가 출력하는 아날로그 값을 디지털로 변환한 값에 따라 모터의 동작을 제어한다.

수위센서 모듈에서 사용한 수위센서는 3점극 방식의 센서를 사용하였다.

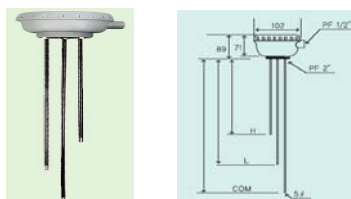


그림 4 수위 센서  
Fig. 4 Water level sensor

사용자 인터페이스 모듈은 설계한 급액제어기가 독립적으로 사용될 경우, 작물 생육조건에 대한 다양한 제어 변수의 설정 및 급액제어기 동작 상태를 모니터링하기 위한 목적으로 키패드, LED, LCD 등으로 구성하였다.

### 3.2 급액제어기의 주요 기능

본 논문에서 제작한 급액제어기는 대표적인 특징은 다음과 같다.

- 작물별 특성에 맞는 급액제어 기능 제공
- 수동제어 및 자동제어방식에 의한 동작
- Stand-alone 동작 및 서버연동 동작 기능 제공
- 초기설정 값 저장 기능 및 설정 값에 따른 동작

논문에서 설계한 급액제어기는 작물의 특성을 고려하여 급액방식 및 급액 양을 제어할 수 있으며, 일조량도 고려하여 시간대 별로 공급되는 급액 양을 조절할 수 있다. 또한 사용자 환경에 따라 수동제어방식 또는 자동제어방식으로 동작시킬 수 있다.

수동제어방식은 수위와 시간에 무관하게 사용자가 직접 급액 량을 조절하고, 자동제어방식은 수위와 시간을 고려한 Electrode1 방식, 수위만을 고려한 Electrode2 방식, 시간만을 고려한 Timer 방식 등이 있다.

Electrode1 방식은 급액제어기의 동작시간을 설정한 후, 동적시간의 범위 내에서 최대 24개의 시간 영역을 분할하고, 각 영역에 대해 급액지속시간을 각각 설정한다. 분할된 시간영역 내에서 수위가 두 번째 전극봉 이하로 떨어지면 설정된 급액지속시간 동안 급액하고 기 설정한 급액지연시간이 경과한 후에 수위를 재확인한다. 이는 급액을 개시하였을 때 수원지로 부터 배지까지 배액이 이동하는 시간을 고려하기 위함이다.

Electrode2 방식은 급액제어기의 동작시간 동안 그림 5와 같이 수위가 수위센서 두 번째 전극봉 이하로 떨어지면 급액이 시작되고, 최상위 전극봉까지 상승하면 급액을 정지하는 방식이다.

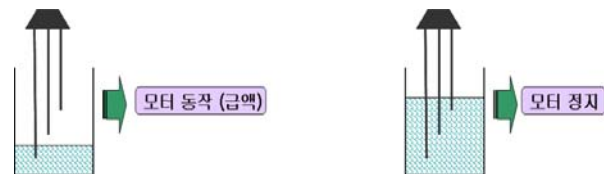


그림 5 수위 센서의 동작 예  
Fig. 5 Working example of water level sensor

Timer 방식은 수위와 무관하게 동작한다. 즉, 급액제어기의 동작 시간 범위 안에서 최대 20개의 급액시작 시각을 설정할 수 있으며, 각 시각에 대해 급액지속 시간도 각기 설정한다. 이 후 급액개시 시각이 되면 해당 시각에 대한 급액 지속시간 동안 급액 하는 방식이다.

### 3.3 급액제어기의 동작

그림 6에 급액제어기의 동작설정 과정에 대한 흐름도를 보인다.

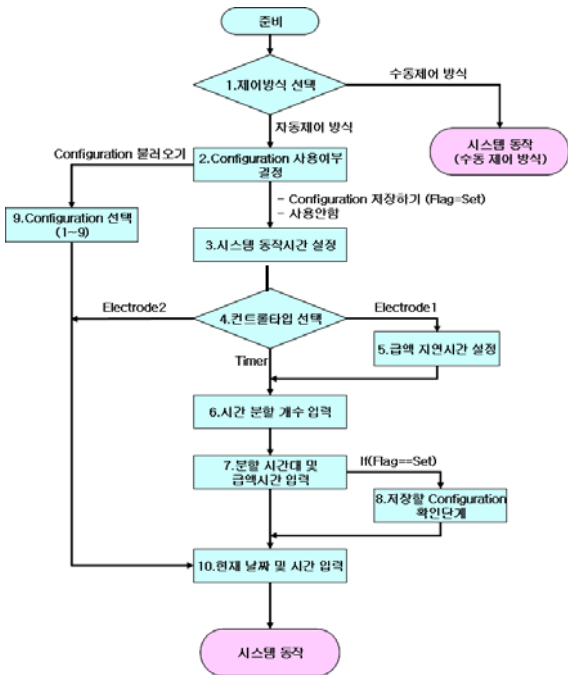


그림 6 급액제어기 동작 설정 흐름도  
Fig. 6 Flow chart of Irrigation controller setting sequence

급액제어기 설정 과정은 다음과 같다.

- ① 제어방식 선택  
Manual 선택: 수동제어 방식으로 시스템 동작  
Auto 선택: 자동제어 방식 선택, 추가 설정 단계
- ② 설정 값 선택  
Save Config.: 현재 동작중인 설정 값 선택  
Open Config.: 이전에 저장한 설정 값 불러오기  
Not Use.: 새로운 살장 값 설정
- ③ 시스템 동작시간 설정
- ④ 자동제어 방식 선택  
Electrode1: Electrode1 방식 설정  
Electrode2: Electrode2 방식 설정  
Timer: Timer 방식 설정
- ⑤ 금액지연시간 설정 (Electrode1 방식 선택 시)  
수원지로 부터 배지까지의 배액 이동시간
- ⑥ 시간분할 개수 입력 (Electrode1, Timer 방식 선택 시)  
Electrode1: 최대 24개  
Timer: 최대 20개
- ⑦ 각각의 분할시간 및 금액지속시간 설정
- ⑧ 입력한 설정 값 확인 및 저장여부 결정
- ⑨ 저장되어 있는 설정 값 불러오기
- ⑩ 현재 일시 입력

#### 4. 무선 인터넷 기반의 급액관리 서버

##### 4.1 급액제어기와 급액관리 서버간의 통신

본 연구에서 개발한 급액관리 서버와 급액제어기는 상호 통신을 위해, TCP/IP 통신방식을 구현하였다. 또한 두 장비는 소켓 인터페이스를 통해, 온실정보 및 제어정보의 송수신한다. 즉, 소켓은 응용계층과 TCP/IP를 연결하는 접속 인터

페이스 역할을 한다. 그림 7은 소켓 인터페이스의 위치를 나타낸다.

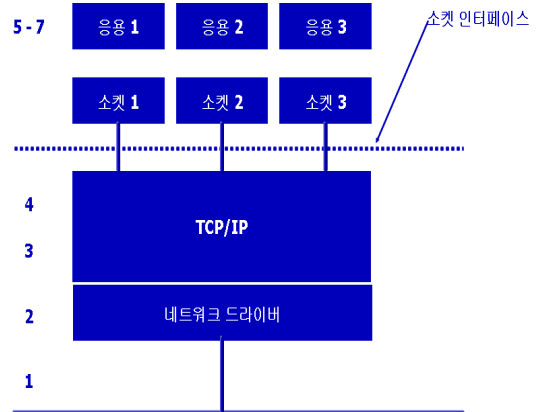


그림 7 소켓 인터페이스  
Fig. 7 Socket interface

```

socket(Value,SOCK_STREAM,7000,0);
NListen(Value);
:
:
*(int*)pkt_buf = eeprom_rb(0);
*(int*)(pkt_buf+2) = (Motor_State == M_Stop) ? 0 : 1;
*(int*)(pkt_buf+4) = eeprom_rb(1);
*(int*)(pkt_buf+6) = eeprom_rb(2);
*(int*)(pkt_buf+8) = eeprom_rb(3);
:
:
for(i=1; i<=48; i+=2) {
    *(int*)(pkt_buf+(22+(i-1))) = eeprom_rb(10+((i-1)/2));
    *(int*)(pkt_buf+(70+(i-1))) = eeprom_rb(40+((i-1)/2));
    *(int*)(pkt_buf+(118+(i-1))) = eeprom_rb(70+((i-1)/2));
    *(int*)(pkt_buf+(166+(i-1))) = eeprom_rb(100+((i-1)/2));
}
send(P_TCP, pkt_buf, 218);
:
close(P_TCP);
    
```

그림 8 소켓 프로그램 코드 예  
Fig. 8 Example of Socket program code

그림 8은 급액제어기에 구현한 소켓 프로그램의 주요 코드로, 급액제어 서버로 전송되는 데이터 값을 보여주고 있다.

그림 9에 급액제어기가 급액제어 서버로 보내는 데이터 프레임 구조를 나타냈다.

Run Type	Motor State	Run Time	Control Type	Number of Time Division	Delay Time	Time	Irrigation Time
2 Byte	2 Byte	8 Byte	2 Byte	2 Byte	2 Byte	96 Byte	96 Byte

그림 9 데이터 프레임 구조  
Fig. 9 Structure of data frame

##### 4.2 급액관리 서버와 휴대폰간의 통신

급액관리 서버는 무선 인터넷을 통해 접속되는 휴대폰을 수용하기 위해 m-HTML을 사용하여 구축하였고, 급액제어

기와의 제어정보 송수신을 위해 CGI(Command Gateway Interface)를 사용하였다. 또한 휴대폰과의 데이터 송수신을 위한 통신프로토콜로는 마이크로소프트사가 개발한 ME(Mobile Explorer) 프로토콜을 구현하였다. 그림 10에 금액관리 시스템 구현 시에 작성한 m-HTML 프로그램의 일부를 나타냈다.

```

:
hCIntSock=socket(PF_INET,SOCK_STREAM,0);
connect(hCIntSock,(SOCKADDR*)&servAddr,
sizeof(servAddr))
:
printf("Content-type:text/html\n\n");
printf("<head>\n");
printf("<meta http-equiv='Content-Type'
content='text/html;charset=euc-kr'>");
:
if(*(unsigned short *)buf == 1)
printf("◎ 동작방식: <input type='text' name='text1'
value='%s'><br><br>",
*(unsigned short *)buf ? "수동":"자동");
else
printf("◎ 동작방식: <input type='text'
name='text1' value='%s'><br><br>",
*(unsigned short *)buf ? "자동":"수동");
:

```

그림 10 m-HTML 프로그램 코드 예  
Fig. 10 Example of m-HTML program code

### 4.3 Web 응용

휴대폰에서 무선 인터넷으로 접속하는 과정이나 휴대폰에서 실행되는 프로그램을 만들기 위해 사용되는 라이브러리들은 각 통신사마다 다르다. 본 연구에서는 SK Telecom에서 제공하는 Nate를 사용하여 무선 인터넷에 접속하고, 금액제어 서버의 IP address를 입력하여 금액제어 서버에 접속한다.

그림 11은 휴대폰으로 금액관리 서버로 접속한 초기 상태를 나타낸 것이다. 초기 화면은 금액제어기의 상태를 모니터링하고 제어하기 위한 3개의 주요 메뉴로 구성하였다.

그림 12는 초기화면에서 1번 버튼을 선택하였을 때 나타나는 현재 설정 상태 메뉴를 나타낸 것이고, 각 제어방식에 대한 금액상태, 동작시간, 시간분할 및 지연시간, 시간 대역에 따른 금액 시작 시간을 모니터링 할 수 있다.



그림 11 금액관리 서버 초기 접속 상태  
Fig. 11 Initial state of irrigation server connection

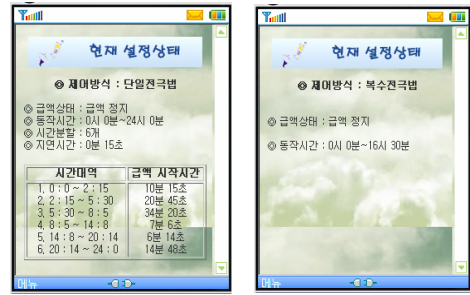


그림 12 현재 설정상태 무선웹 페이지  
Fig. 12 Mobile Web page of current setting state

그림 13은 휴대폰에서 2번 버튼을 누를 경우에 동작 방식 설정 메뉴를 보여주고 있으며, 현재 금액제어기의 동작방식을 변경하고자 할 때 사용하는 메뉴이다. 동작방식을 변경할 경우에는 동작 방식에 대한 모든 정보를 입력한 뒤, 적용을 누르면 된다.

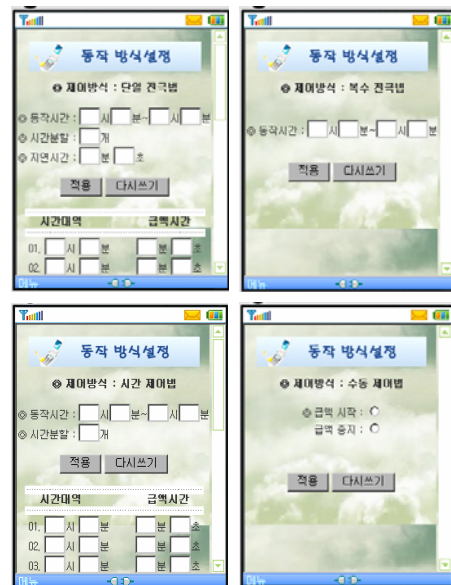


그림 13 동작방식 설정 무선웹 페이지  
Fig. 13 Mobile Web page of working type setting

## 5. 결 론

본 논문에서는 무선 인터넷 기반의 금액관리 시스템을 설계 및 구현하였다. 구현한 금액관리 시스템은 다양한 작물의 생육조건에 부합하는 적절한 금액제어를 수행할 수 있도록 다양한 금액기능을 구현하였고, 원격지에서 휴대폰을 이용해서 금액관리를 수행 할 수 있다는 장점을 가지고 있다.

또한 하나의 금액관리 서버를 이용해 다수의 금액제어기를 모니터링 및 제어할 수 있어, 금액관리 시스템 구축비용의 절감에도 기여할 것이다.

따라서 본 연구의 결과를 수경재배 농가에 보급한다면, 수경재배의 효율을 높이고 수경재배 농민들의 생활의 자유도를 높일 수 있을 것으로 사료된다.

향후에는 휴대폰 이외의 무선단말들도 연동하기 위한 연구가 진행될 계획이다.

### 감사의 글

본 연구는 2007년도 상명대학교 교내 연구비 지원에 의하여 이루어진 연구로서, 관계부처에 감사드립니다.

### 참 고 문 헌

- [1] Baas. R and N. A. Straver, "In situ monitoring water content and electrical conductivity in soilless media using a frequency-domain sensor", Acta Hort, vol. 562, pp.295-303, 2001.
- [2] Bohme. M, "Effects of closed systems in substrate culture for vegetable production in greenhouses" ,Acta Hort, vol. 396, pp.45-54, 1995.
- [3] Cohen. M and O. Marfa, "Simultaneous measurements of water stress with LVDT sensors and electrotensimeters: application in pepper plants grown in two types of perlites", Acta Hort, vol. 421, p.193-200, 1995.

- [4] ATmega128 <http://www.atmel.com/products/avr/>
- [5] Korbel, S and Janes, V. "Interesting applications of Atmel AVR micro-controllers", Digital System Design-2004 Euromicro Symposium, pp.499-506, 2004.

### 저 자 소 개



#### 조 태 경 (趙 兌 璟)

1984년 한양대학교 전자통신공학과 졸업.  
1986년 한양대학교 대학원 전자통신공학과 졸업(석사). 2001년 한양대학교 대학원 전자통신공학과 졸업(박사). 2003년~현재 상명대학교 정보통신공학과 교수.

Tel : 041-550-5354

E-Mail : tkcho@smu.ac.kr