

# 무선데이터 통신(2.4GHz대)을 이용한 수문 원격제어장치 개발에 관한 연구

이진구<sup>++</sup>, 김일수\*, 박창연<sup>+</sup>

A Study on Development of Remote Control System for Watergate

by Used Wireless Transfer Method

Jin-gu Lee<sup>++</sup>, Il-soo Kim\*, Chang-Eun Park<sup>+</sup>

## Abstract

The world's supply of water in all forms is enormous. However, only a tiny fraction of the planet's supply is available to us as fresh water, and that is distributed very unevenly. About 97% of water volume is found in the oceans and is too salty for drinking, growing crops, and most industrial uses except cooling. In addition, water supply crises in already-water-short-regions will intensify because population and industrialization increase.

Today, remote monitoring and control systems are becoming the cost-effective management tools for almost all water user groups, including irrigators, water districts, municipal water suppliers, and wildlife management groups.

This paper represents a new approach in the water-gate control using radio communication. The proposed device is simple in structure and suitable for implementation of water-gate control through the transceiver by radio communication. It was confirmed that the developed device was very efficient to control level of water-gate and to prove the up and down motion of water-gate through the LCD displayer.

**Key Words :** Remote Controller, Water-Gate, Radio communication

## 1. 서론

인간 생활수준 향상 및 산업 발달로 물 수요는 급격히 증

가하고 있으나, 수자원은 양과 질의 양면에서 효율적인 관리시스템에 대한 연구가 미진한 실정이다.

국내에서 매년 물 부족현상이 심각해지고 있지만 이것은 지구촌 전체가 겪고 있는 문제로써, 이를 해결하기 위

\* 김일수, 목포대학교 기계공학과 (ilsookim@mokpo.ac.kr)

주소: 전남 무안군 청계면 도림리 61

+ 목포대학교 기계선박해양공학부

++ 목포대학교 대학원

하여 지난 1999년 2월 8일부터 5일 동안 네덜란드 헤이그에서 21세기 인류가 직면한 최대과제를 논의하는 국제회의가 개최되었다.

또한, 세계 180여 개국 대표 1,500명이 참가하여 세계인구회의가 열렸고, 스위스 제네바에서는 유엔교육과학문기구와 세계기상기구(WMO)가 주관하여 100여 개국 대표들이 참가한 가운데 국제회의가 개최되었다. 이날 국제 물 회의에서는 앞으로 25년 후에는 중동에서 미국에 이르기까지 전 세계의 상당수 국가들이 물 부족사태에 직면할 것이라고 경고하고 있다<sup>(1-4)</sup>.

한편, 국내 기후 특성상 여름철에 집중 호우가 발생하는 관계로 산사태, 하천제방 붕괴, 저지대 및 농경지 침수 등으로 해마다 막대한 인명 및 재산피해를 당하고 있다. 특히 최근에는 엘리뇨 현상 등 기상 이변으로 유럽, 미국 등 세계 도처에서 예상하지 못했던 폭우, 폭설 등 대규모 자연재해가 발생되고 있다.

정부가 시행하고 있는 각종 풍수해 대책과 홍수 예·경보시설 및 댐등 풍수해 대비시설의 건설 및 유지관리실태를 점검 및 개선하게 함으로써 재해를 사전에 예방하고 피해발생을 최소화할 수 있는 체계적인 시스템 개발이 시급한 실정이다<sup>(5-12)</sup>. 특히 수리시설의 개 보수에서 가장 중요한 부분 중에 하나인 수문 권양기는 대부분 그 제작 년도가 오래되었거나, 최근에 개발된 권양기들도 선진국에서는 이미 20여 년 전에 쓰던 방식으로, 이에 대한 관련된 연구가 요구되고 있다.

따라서 본 연구에서는 무선데이터 통신을 이용하여 수문의 개·폐를 손쉽게 하고, 작동을 용이하게 하는 전자동원격 제어장치 개발을 수행하고자 한다.

## 2. 장치 구성

수문 제어용 원격제어기를 개발 및 테스트하기 위하여 수문 제어용 시뮬레이터를 제작하였다. Fig. 1은 제작된 수문 제어용 시뮬레이터를 나타내며 이 시뮬레이터를 이용하여 전기 조작반에 수문제어용 원격제어기의 수신부를 부착하여 원격제어기의 성능을 테스트하도록 구성하였다. TS-200 중형수문은 설계 수심이 3m이며, 랙바는 TDWS-1톤용으로 재질은 SS41이 사용된다. 이 수문의 구동을 위하여 사용된 권양기는 권양기(TDWS-1) 모델로 문비 권양하중은 1톤이다.

과거에는 수문의 개·폐를 위해서는 사용자가 수동으로

권양기를 조작해야 했지만 기 개발된 장치는 사용자가 버튼의 조작에 의한 전기적 신호에 의하여 수문을 조작할 수 있도록 구성하였다.



Fig. 1. The simulator developed to control the water gate

또한, 수문의 오작동 때문에 발생하는 문제점을 방지하기 위하여 수문을 조작할 때 상방향 스위치나 하방향 스위치를 누르면 멈춤 스위치를 누르기 전까지 계속해서 작동하도록 설계되어 있다. 특히, 원격제어기에 의하여 조작할 경우 우선은 수문의 상태를 알 수 없어 잘못된 신호에 의한 수문의 오작동 여부를 판단할 수 없을 뿐만 아니라 알았다 하더라도 수문까지 가서 수문을 조작하여야 하므로 큰 문제를 발생할 수 있으므로 상방향 스위치나 하방향 스위치를 누르고 있을 동안만 수문이 작동하도록 전기 조작반의 회로를 재구성하였다.

## 3. 권양기 원격조정장치 개발

### 3.1 권양기 원격조정장치 제어부

전파를 이용한 원격조정장치는 송·수신의 정확도는 떨어지지만 가시환경이 아니더라도 작동이 가능하도록 송수신의 정확도를 반복 송·수신에 의한 확인 및 외래 잡음 발생시 H/W 및 S/W에 의해 여과되도록 하여 동일 주파수의 잡음이 입력되어도 오작동하지 않도록 구성하였다.

기존의 수문의 전기 조작부의 기능을 수문 원격조정장치 제어부에서 처리할 수 있도록 하여, 현장 전기조작부에 들

어가는 부품 중 중복되는 부품을 줄일 수 있도록 설계하였으며, 그에 따라 전기 조작부의 크기가 기존의 현장 조작반 보다 작게 제작되어질 수 있도록 하였다.

Fig. 2는 제어부 블록 다이어그램으로 수문에 관련된 신호를 검출하고 검출된 신호와 관리자의 수문에 대한 조작 신호를 제어하여 관리자가 원하는 방향으로 수문을 구동시키며, 수문의 이상 유무 등을 파악하여 다시 단말기로 데이터를 전송하는 기능을 나타내며, 기능은 다음과 같다.

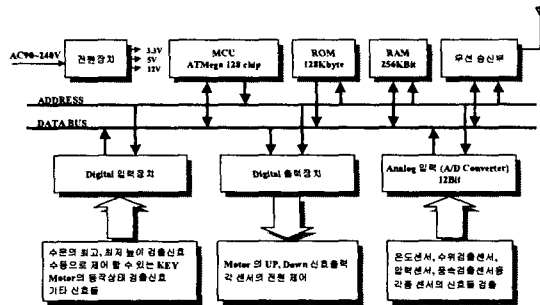


Fig. 2 Block diagram for control block

- (1) MCU : 마이크로 프로세서는 ATMEL사의 ATMega 128 Chip을 사용하였다.
- (2) ROM : 128Kbit를 사용하였으며, ROM는 주변 환경에 대한 정보를 저장한다.
- (3) RAM : 256Kbit를 사용하였으며, 마이크로 프로세서가 동작하는데 있어 관리자가 시스템을 검출하기 전까지 시스템의 주변에서 발생하는 자료를 실시간으로 저장한다.
- (4) 무선송신부 : 시스템에서 가장 중요한 부분으로 2.4GHz대의 주파수를 이용하였으며, 데이터 전송속도는 1Mbps로 개발하였으며, 간단한 데이터 전송 및 시스템을 제어한다. 제어거리는 100m정도이며 주변환경에 따라 변경할 수 있도록 구성하였다.
- (5) 디지털 입력장치 : 수문을 열고 닫을 때 신호를 검출하는데 사용하며, 수동으로 조작하고자 할 때 입력장치로서 사용한다.
- (6) 디지털 출력장치 : 수문을 제어하고, 각 센서의 전원을 ON/OFF하는데 사용한다.
- (7) 아날로그 입력장치 : 수위, 모터의 과부하 및 동작상태 측정 검출하여 MCU에 전달한다.
- (8) 전원장치 : 일반상용 전압 AC90V에서 240V까지 변화가 있어도 출력전압은 변하지 않도록 설계하였으며, 출력

전압은 RF제어용 3.3V, MCU 및 주변부품 동작전압은 5V, 입출력용 은 12V의 3가지 전압을 안전하게 공급하도록 하였다.

### 3.2 권양기 원격조정장치 제어 단말기

실제 수문을 관리자가 조작하는 부분으로 원격리에서 수문의 구동 및 이상 유무를 확인할 수 있도록 LCD display를 설치하였으며, LCD display에는 수문의 위치 및 모터의 과부하 여부를 확인할 수 있는 전류 등이 표시된다.

Fig. 3은 제어 단말기 블록 다이어그램으로 관리자가 원하는 수문의 동작을 제어부로 보내며, 동시에 수문의 구동 여부를 LCD display를 통하여 확인할 수 있도록 설계되었다. 또한 조작 중에 수문의 이상 유무를 확인할 수 있으며, 제어 단말기의 자세한 기능은 다음과 같다.

- (1) 전원장치 : 전원장치는 충전용 건전지 2개를 사용하여 3.3V 전원을 공급하며, 외부전원공급시 건전지에 전압을 충전한다.
- (2) MCU : 마이크로 프로세서는 ATMEL사의 ATMega 128 Chip을 사용하였으며, 명령처리속도는 4MISP로 설계하였다.
- (3) 롬 : 128KBit를 사용하였으며, 한글, 영문 폰트를 저장하며, 그래픽 모드의 그림을 저장한다.
- (4) 램 : 256KBit를 사용, MCU를 동작하는데 있어 내부 연산 데이터와 시스템의 제어 및 동작상태의 데이터를 저장하도록 설계하였다.
- (5) 무선송신부 : 시스템에서 가장 중요한 부분으로 2.4GHz대의 주파수를 이용하였으며, 데이터 전송속도는 1Mbps로 개발하였으며, 간단한 데이터 전송 및 시스템을 제어한다. 제어거리는 100m정도이며 주변환경에 따라 달라질 수 있다.
- (6) 컴퓨터 인터페이스 : 수문 관리자가 각 수문을 제어하고, 수문의 동작상태 및 주변의 환경 등의 데이터를 개인용 컴퓨터에 데이터를 전송하여 관리한다. 통신방식은 RS-232 또는 USP 통신을 한다.
- (7) 키 입력장치 : 단말기의 전원을 ON/OFF하거나 시스템을 제어할 때 조작하기 위한 장치이다.
- (8) EEPROM : 단말기에 전원을 공급할 수 없을 때 각 데이터를 임시로 저장하는데 사용된다.  
(사용주파수 설정 데이터, 통신속도 데이터, 수문의 동작상태 등)

(9) 디스플레이 부 : 240×320 LCD 디스플레이를 이용하여 수문의 동작상태(수문의 위치, 사용전류)를 영문으로 표시하도록 설계하였다.

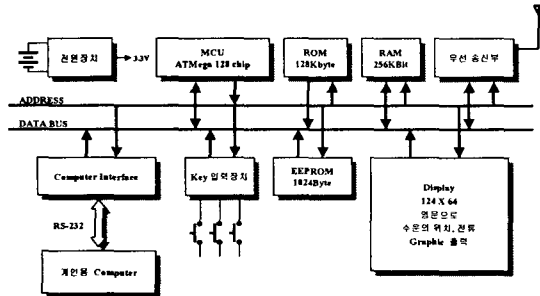


Fig. 3 Block diagram for RF control terminal

발전방식은 PLL 발전 방식을 채택하여 주파수 안정성을 향상시켰으며, 주파수 채널 선택을 용이하도록 구성하였다. 이 PLL방식은 기존의 X-TAL 발전방식의 경우에는 필요한 채널 주파수에 해당하는 X-TAL 발전회로가 각각 필요하여 많은 주파수채널 사용시 실장면적, 가격등의 상승요인이 되었으나, 1개의 기준주파수 발생 회로와 주파수 파형의 위상을 검출하여 원하는 주파수 채널에 고정 시켜주는 특징을 갖고 있다. 그 이외의 신호를 저지하는 BPF가 사용되었으며, 이는 인접하는 각종 무선국을 고려해야 하는 2.4GHz 대에서는 표면 탄성파 필터와 같이 통과대역이 좁고, 저지대역의 감쇠량이 큰 BPF가 방해파 대책으로 사용되기 때문이다. 증폭회로는 고주파에서의 증폭기 특성은 감도와 관련이 크기 때문에 LNA(Low Noise Amplifier)를 사용하였다.

#### 4. 주파수 분석

Fig. 4는 기본주파수를 설정하기 위한준비 작업으로서 송신 주파수를 테스트하기 위한 파형으로서 span을 50MHz로 했을 때 2.4GHz에서 기본 주파수가 잡히는 것을 나타낸다. 이 때 만약 기본 주파수를 넘거나 부족할 경우 주파수 조정은 MCU에 입력하는 프로그램에서 조정한다.

고주파의 세기가 클 경우 필터를 달아서 원하는 주파수만 받을 수 있도록 하여야하나, 송신파의 주변에는 많은 스푸리어스 성분이 포함되어 있다. 따라서, 이 스푸리어스 성분을 가능한 억압하여 파워앰프에 깨끗한 송신신호를 보내기

위하여 송신 필터를 사용하여야 하지만의 개발한 송신부에서의 고주파는 미세하다고 볼 수 있으므로 필터의 부착은 하지 않았다.

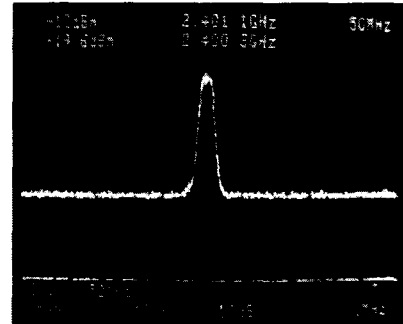


Fig. 4 The basic frequency from RF transmission

Fig. 5는 span을 50MKHZ로 했을 경우 2.401GHz에서 출력이 20dBm으로 정확하게 나가고 있음을 나타낸다.

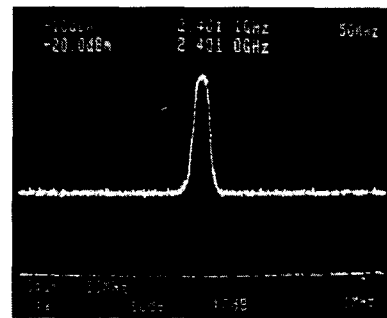


Fig. 5 The frequency in the span 50MHz

Fig. 6(a)와 Fig. 6(b)는 전파를 송신했을 경우의 점유 주파수 대역폭을 나타내는 것으로서 Fig. 6(a)에서는 2434.8 MHz이고 Fig. 6(b)에서는 2435.6 MHz이다. 그러므로 점유 주파수 대역폭은  $(2435.6 - 2434.8) / 100 = 0.008$  MHz이다. 이를 KHz로 바꾸면 8KHz이다. 대역폭의 규정값은 8.5KHz이내에 들어야 정상상태이므로 개발된 원격조정장치는 8KHz로 8.5KHz의 규정값 이내에 들어 정상 작동을 알 수 있다.

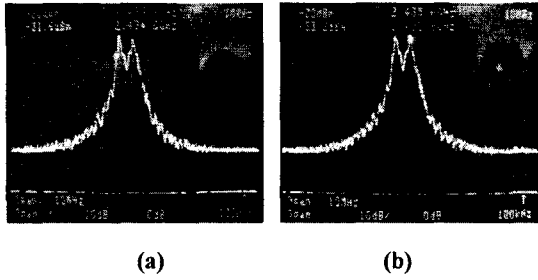


Fig. 6 The frequencies according to the span variations

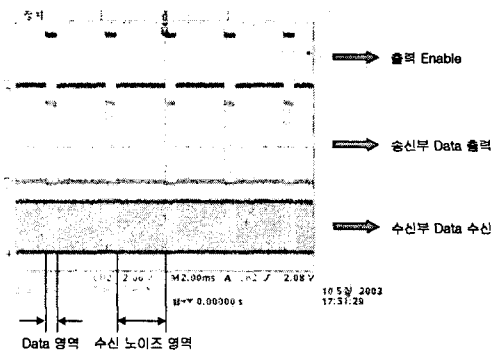


Fig. 7 Amplitude to confirm the send-recv status

Fig. 7은 시리얼 데이터 송·수신 단자의 송·수신 상태를 확인하기 위한 파형으로서 일정한 파형이 규칙적으로 반복됨으로 정상적으로 송·수신됨을 알 수 있었다.

## 5. 결론

수문 제어용 원격제어기에 대한 연구로 2.4GHz, 1Mbps의 주파수대를 사용하여 수문 원격조정장치를 개발하였으며, 개발된 원격조정장치를 사용하여 원거리에서 관리자가 원하는 수문에 대한 구동을 원활하게 실행함을 알 수 있었으며 다음과 같은 연구결과를 얻었다.

1. 기존의 수문은 수문을 구동하기 위해서는 수문이 설치된 현장까지 가서 조작하여야 하는 어려움이 있었는데, 개발된 수문 원격조정장치를 이용하여 원거리에서 안전하게

수문을 구동할 수 있다.

2. 개발된 원격조정장치는 수문의 구동에 적합하도록 설계·제작되어 원거리에서 관리자가 수문의 과부하, 수문의 위치 등 수문에 관한 정보를 LCD display를 통하여 확인할 수 있으므로 안전하게 수문을 구동할 수 있다.

## 참고 문헌

- (1) Biswas, A., "History of Hydrology", American Elsevier, 1970.
- (2) 한국수자원개발공사, "한국의 물 자원", 한국수자원 개발공사, 1970.
- (3) 농어촌진흥공사, "한국의 간척", 농어촌진흥공사, 1995.
- (4) Wanielista, M., "Stormwater Management", Ann Arbor Science, 1979.
- (5) 건설부, "홍수량 추정을 위한 합성 단위 유량도의 유도", 건설부 수자원국, 1975.
- (6) 대한토목학회, "한국토목사", 대한토목학회, 1973.
- (7) 김의원, "한국국토개발사 연구", 대학도서간, 1982.
- (8) 鮮于仲皓, "수문학", 동명사, 1996.
- (9) 건설부, 댐시설기준, 건설부 수자원국, 1993.
- (10) 박선호, 무선전송제어시스템, 국제테크노정보연구소, 1999.
- (11) 한국무선국관리 사업단, "전파관계법령집 중 전파법 시행령 제56조의 2", 한국무선국관리사업단, 1993.
- (12) 한국무선국관리 사업단, "전파관계법령집 중 전파법 시행령 제5조", 한국무선국관리사업단, 1993.
- (13) 한국무선국관리 사업단, "전파관계법령집 중 무선설비규칙", 한국무선국관리 사업단, 1993.
- (14) 수자원장기종합계획, 1996, 건설교통부