

## 원격계측을 위한 무선 통신 에러 검사 알고리즘 개발

김희식\*(서울시립대학교), 김영일(서울시립대학교), 설대연(서울시립대학교),  
남철(서울시립대학교), Odgerel(서울시립대학교)

The Development of the Data Error Inspection Algorithm for the Remote Sensing  
by Wireless Communication

H. S. Kim( Electrical & Computer Eng'ng. Dept, UOS), Y. I. Kim( Electrical & Computer Eng'ng. Dept, UOS),  
D. Y. Seol( Electrical & Computer Eng'ng. Dept, UOS), C. Nam( Electrical & Computer Eng'ng. Dept,  
UOS),Odgerel( Electrical & Computer Eng'ng. Dept, UOS)

### ABSTRACT

A data error inspection algorithm for wireless digital data communication was developed. Original data converted By wireless digital data error inspection algorithm. Wireless digital data is high possibility to get distortion and lose by noise and barrier on wireless. If the data check damaged and lost at receiver, can't make it clear and can't judge whether this data is right or not. Therefore, by wireless transmission data need the data error inspection algorithm in order to decrease the data distortion and lose and to monitoring the transmission data as real time. This study consists of RF station for wireless transmission, Water Level Meter station for water level measurement and Error inspection algorithm for error check of transmission data. This study is also that investigation and search for error inspection algorithm in order to wireless digital data transmission in condition of the least data's damage and lose. Designed transmitter and receiver with one - chip micro process to protect to swell the volume of circuit. Had designed RF transmitter - receiver station simply by means of ATMEL one - chip micro processing the systems. Used 10mW of the best RF power and 448MHz-449MHz on frequency band which is open to public touse free within the limited power.

**Key Words** : 에러 검사 알고리즘(Error Inspection Algorithm), 무선 통신(Wireless Communication), 디지털 데이터(Digital Data), 원격계측(Remote Sensing), 순환중복검사(Cyclic Redundancy Check), 검사합(Checksum), 정지-대기 에러 검사 알고리즘(Stop and Wait Error Inspection Algorithm)

### 1. 서론

무선 디지털 데이터 전송시 무선상에서 내부 환경과 외부 환경에 의해 디지털 데이터가 왜곡이나 손실될 우려가 크다. 만약 디지털 데이터가 전송 중 손상되거나 손실된다면 수신기는 이 신호를 감지하지 못할뿐만 아니라 이 데이터가 옳은 신호인가 아닌지도 알수 없게 된다. 그러므로 무선 디지털 데이터 전송시 데이터의 손실과 왜곡을 줄이고 오리지널

데이터를 복구하여 실시간으로 전송된 데이터를 모니터링 하기 위해서는 무선 디지털 데이터 에러 검사 알고리즘이 필수적이다.

데이터는 데이터를 만들어 사용하는 사용자 간에 합의된 임의의 형태로 표현된 사실 및 개념, 명령 등을 말한다. 무선 디지털 데이터는 0과 1의 형태로 만들어져서 사용되는 2진 정보 단위 또는 비트로 표현된다.

데이터 통신은 특정 형태의 전송 매체를 통한 두

장치간의 데이터 교환이다. 데이터 통신은 통신하는 장치가 같은 건물 또는 제한된 지역내에 있는 경우는 근거리 통신이라고하고 두 장치가 멀리 떨어져 있는 경우에는 원격통신이라고 한다. 효과적인 무선 디지털 데이터 통신을 하기 위해서는 전달, 정확성, 적시성을 만족할 수 있는 전송 방식이나 프로토콜(protocol)을 채택하는 것이 중요하다.

에러 검사 알고리즘에는 Stop and Wait, Poll/Select, 순환중복검사, 검사합 등이 있다. Stop and Wait는 두 장비 사이에서 데이터 전송시 에러가 발생하면 재전송을 요청하는 방식이고, Poll/Select는 주국과 세 개 이상의 기지국간의 통신을 위해 디자인되었다. 순환중복검사는 폭주 오류를 검사하는데 적절하고, 검사합은 비트 에러를 검사하는데 적절하다.

본 논문에서는 Stop and Wait, 순환중복검사, 검사합의 3가지 에러 검사 알고리즘을 차례대로 사용하여 무선상에서 디지털 데이터의 에러를 검사하였다.

## 2. 구성 요소

### 2.1 시스템 구성

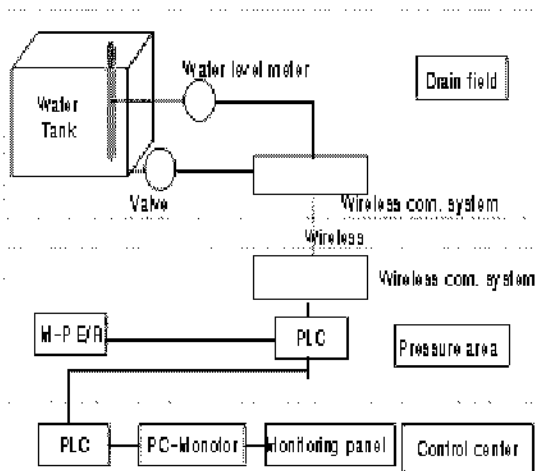


Fig. 1 Measurement simulation diagram

본 시스템은 가압장과 배수지 사이의 디지털 데이터를 전송하기 위한 것이다. 그러나 유선 라인에서는 디지털 데이터 전송시에 인위적인 요인과 환경적인 요인으로 인해 자주 단락되어 안정적인 디지털 데이터 전송을 하기에는 다소 불안한 실정이다. 그래서 이 유선 라인을 무선라인으로 교체하여 안정적인 디지털 데이터를 전송하여 실시간으로 디지털 데이터 전송을 위한 관리 시스템이다.[1]

먼저 수위값을 측정하기 위하여 수위 레벨 메터를 이용하여 감지된 수위값을 가압장의 통신 시스템에서 배수지의 통신 시스템으로 무선 전송 선로를 통하여 데이터를 전달한다. 감지된 수위를 전류값으로 인식하여 SM210 Indicator에서 전류값을 전압값으로 바꾸어 전송하는 타입이다.

### 2.2 디지털 데이터 에러 검사 알고리즘

무선(Wire)상에서 data의 손실을 최소화하기 위하여 무선 디지털 데이터 전송을 위한 에러 체크 알고리즘(error check algorithm)에 대하여 개발 연구하는 것으로써 수위 계측을 위한 수위 계측기부와 무선 전송을 위한 RF단 그리고 에러 체크 알고리즘으로 구성된다.[2]

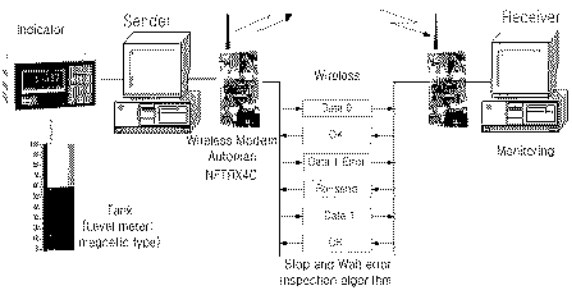


Fig. 2 Error Inspection Algorithm

수위의 높낮이를 측정하기 위하여 수위레벨메터를 이용하여 감지된 수위값을 전류값으로 인식하여 SM210 Indicator에서 전류값을 전압값으로 변환한다. 이 변환된 전압값을 8bit 양자화(quantization)하여 그 데이터를 전송한다.

#### 2.2.1 Stop and Wait Error Inspection Algorithm

에러 체크 알고리즘은 전송중 손실되거나 손상된 데이터에 대해 재전송을 요구하게 된다. 송신기는 최근에 전송된 데이터의 복사본을 그 데이터에 대한 확인 응답을 받을때까지 유지한다.

송신기는 복사본을 유지함으로써 손실되거나 손상된 데이터가 올바르게 수신될때까지 재전송할수있다. 데이터를 식별하기 위해 데이터와 전송요청 신호에는 교대로 0과 1의 번호가 매겨진다.

데이터1은 수신기가 데이터 1을 받았고 이제 데이터 0을 기다리고 있음을 전송요청 신호1에 의해 확인응답된다. 이러한 식의 번호 매김은 중복 전송의 경우 데이터의 인식을 가능하게 한다. 이것은 확인 응답이 손실된 경우에 매우 중요하다.

데이터에서 오류가 발견되면 데이터 재전송 신호가 되돌아간다. 번호가 매겨져있지 않은 데이터 재전송 신호가 송신기로 하여금 마지막으로 보내진 데

이터를 재전송하도록 한다. 이러한 에러체크 알고리즘은 송신기가 다음 데이터를 전송하기 전에 전송된 최근의 데이터를 위한 확인 응답을 받을때까지 기다리도록 요구한다. 송신 장치가 데이터 재전송 신호를 받으면 번호에 관계없이 마지막 확인응답후에 전송되었던 데이터를 다시 보낸다.

송신기는 타이머를 구비하고 있어서 기다리는 확인 응답이 할당된 시간 내에 도착하지 않는다면 송신기는 최근의 데이터가 전송중에 손실된 것으로 간주하고 그것을 다시 보낸다.

오류를 포함하는 데이터가 수신기에 의해 발견되면, 수신기는 재전송 신호를 되돌려 보내고 송신기는 마지막 데이터를 재전송한다.

### 2.2.2 순환중복검사(CRC ; Cyclic Redundancy Check)

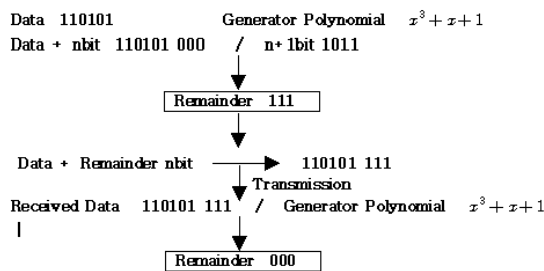


Fig. 3 Cyclic Redundancy Check Algorithm

CRC는 매우 효율적인 오류 검출 방법으로서 홀수 비트에 영향을 주는 모든 폭주 에러를 검사할수 있다.

CRC는 2진 나눗셈을 기본으로 하며 요구되는 페리티를 얻기 위해 CRC나머지라 불리는 중복비트열이 데이터 단위의 끝에 덧붙여진다.

확장된 데이터는 미리 정해진 2진수에 의해 정확히 나누어 떨어지며, 수신단에서는 들어오는 데이터를 같은 수로 나눈다. 이 단계에서 나머지가 없다면 데이터는 손상되지 않은 것으로 간주하고, 나머지가 있으면 데이터가 전송중 손상된 것으로 간주하여 수신기에 송신기에 재전송을 요청한다.

### 2.2.3 검사합(Checksum)

검사합은 대부분의 짝수개의 비트 에러뿐만 아니라 모든 홀수 개의 비트 에러도 검사할수 있다.

검사합은 송신기에서 보내고자 하는 데이터에 1의 보수를 사용하여 그 합을 전송한다.

수신기는 수신된 데이터에 1의 보수를 취하여 더해진다. 이때 더한 결과가 모두 0이면 데이터는 받아들여지고 그 결과가 0이 아닌 경우에는 수신된 데이터가 전송중 손상된 것으로 간주하여 재전송을 요

청하게 된다

### 2.3 무선모듈을 이용한 데이터 충돌방지 기술

충돌회피의 가장 이상적이고 적극적인 방법은 데이터 채널을 복수화 한 후 간섭이 적거나 없는 채널을 사용하여 통신을 실행하는 방법이다.

여러 가지 방법중 감지기의 신호 전송을 Polling loop방법으로 설계하거나 채널을 복수화 하여야 한다.그러나 채널의 복수화는 한정된 자원을 사용하는 환경이므로 현실적으로 불가능하다.

Polling loop방식은 단일 매체에 단일 채널로 구현 가능하나 무선 감지기에 수용된 배터리의 수명에 치명적이다.그 이유는 감지기와 Control panel간에 상호 송수신이 가능하여야 하고 Control panel의 Poll에 감지기가 응답하여야 한다. 따라서 감지기는 항상 동작하는 형태로 설계되어야 하는데 이는 배터리의 수명에 치명적인 불리함으로 작용한다.

따라서 감지기의 송신 모듈을 저렴한 비용으로 설계하여야 하는 제한 사항을 충실히 반영하기로 하고, 충돌방지를 위한 적절한 대책을 세운다.

시중의 일반적인 감지기는 신호 전송시 해당 데이터를 수회(대략 7~8회) 중복 전송한다.

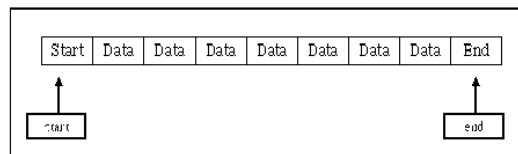


Fig. 4 Signal transmission method for general wireless sensor

위의 경우 두 개 이상의 감지기가 동시에 신호를 전송 할 경우 모든 감지기의 신호가 손실된다. 따라서 본 기기에 적용 될 감지기는 위의 데이터 프레임 을 분할하여 송신하는 방법으로 충돌을 회피하고자 한다.

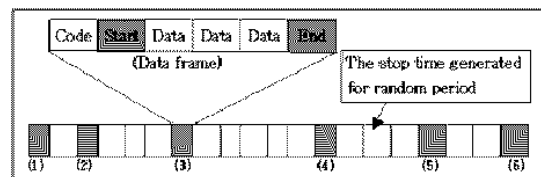


Fig. 5 Anti-collision algorithm of wireless sensor data communication

프레임 구성을 Start와 Stop 그리고 Data 3회로 한 후, 프레임을 수 회 반복하여 전송하되 프레임 사이에 휴지기를 두는 방법으로 진행한다.

송신 반복 횟수는 6회로하며, 휴지 시간을 두는 방법은 여러 가지가 있을 수 있으나 본 기기에서는 2가지를 비교 대상으로 하였다. 첫 번째 방법은 프레임간 휴지기를 Random하게 할당하는 방법이며, 휴지 시간의 기준은 MCU내부의 Free running timer에 의하여 설정된다. 최소 휴지 시간은 단위 프레임 송신 시간으로 제한하며, 최대 휴지 시간은 6프레임 송신 시간으로 설정한다. 즉 휴지시간은 1 ~ 6프레임 송신 시간을 무작위로 두는 것이다.

이들 무선 센서의 신호 수신율 TEST 결과 1차 시험에서 신호 분실율이 10.2%로 매우 높게 나타났다. 이것은 인접한 센서들 간의 무선 데이터 충돌에 의한 신호 분실로 판명되었다.

무선 센서들 간의 충돌을 회피하기 위해, 1개 신호에 대해 6회 반복하여 전송하였으며, 반복 신호간의 시간차를 랜덤하게 조절한 후 2차 신호 수신율 TEST를 실시한 결과 신호 분실율이 0.2%로 떨어지는 효과를 달성하였다.

## 2.4 RF 사양

Table 1. RF Module

주파수 대역	448.7500MHz~449.2625MHz
RF 임피던스	50 ohm
채널 간격	12.5KHz
채널 수	25
최대 RF 전력	500mW, 10mW
전송 거리	500mW:1~2Km, 10mW:100~200m

## 3. 무선 디지털 데이터 모니터링 구현

수신된 무선 디지털 데이터는 에러체크 알고리즘에 의해서 에러를 체크하고 LabVIEW 프로그램으로 모니터링된다.[6]

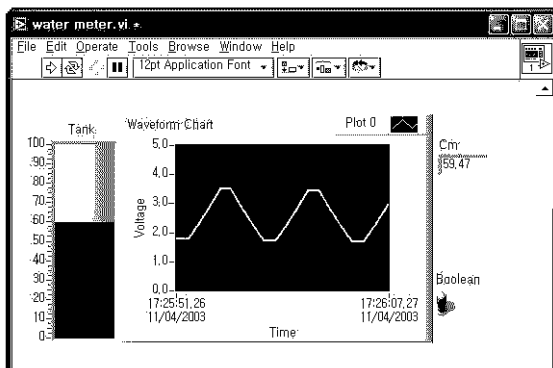


Fig. 6 LabView Simulation

측정된 무선 디지털 데이터는 계측 장비의 메모리에 일시적으로 저장되는데 메모리의 한계로 현재의

수위값만이 출력된다. 저장된 데이터는 장기 보관하기 위하여 텍스트 파일형태로 변환되어 저장된다.

저장된 데이터는 그래프를 생성하는데 사용된다. 그래프와 텍스트 파일은 PHP프로그램과 웹서버 프로그램에 의해 인터넷으로 조회할수 있게 하였다.

사용자는 인터넷으로 접속하여 실시간으로 측정되어지는 수위값을 텍스트와 그래프로 조회할 수 있도록 지속적으로 수신된 데이터를 갱신한다.

그리고 타이머를 이용하여 설정된 시간에 데이터를 읽고 저장한다. 저장된 데이터를 그래프로 표현하기 위해서 GD라이브러리를 이용하였으며 컴파일러는 GCC를 사용한다. 측정된 수위값은 사용자가 어디에 있든지 인터넷 브라우저를 통하여 확인할수 있다.

램 디스크를 이용하여 실시간(real time)으로 측정된 무선 디지털 데이터의 저장 과정에서 하드 디스크의 동작 시간과 부하를 줄였으며, 무선 디지털 데이터의 입출력 시간을 단축하였다. 측정된 무선 디지털 데이터는 1시간, 1일, 1개월의 시간 간격으로 최고, 최저, 평균값의 형태로 저장되어 출력되고, 기존에 저장되어있는 무선 디지털 데이터들은 조회 기능을 통해 확인이 가능하다.

## 4. 결론

본 논문에서는 여러 분야에서 널리 사용중인 무선 디지털 데이터 에러 체크알고리즘을 이용하여 계측 데이터를 실시간으로 모니터링하고 저장된 데이터를 사용자가 인터넷을 이용하여 조회할수 있도록하는 시스템에 관하여 기술하였다.

본 논문에서는 현재 사용중인 Stop-and-Wait 방식의 무선 디지털 데이터 에러체크 알고리즘, 순환중복검사, 검사합의 3개의 알고리즘을 순차적으로 사용하여 수위값을 모니터링할 수 있는 시스템을 개발하였다.

본 실험에서는 무선 디지털 에러체크 알고리즘을 이용하여 수위값을 측정하고 모니터링을 하였지만 수위뿐만이 아닌 기압, 온도, 풍향등 실시간으로 정확도를 요구하는 분야와 외부 환경의 변화를 계속하는 분야 등 다양한 분야에서 적용 가능하다

## 후기

This research project was supported by the Academic Research Fund 2004 Program at University of Seoul.

## 참고문헌

1. Behrouz A. Forouzan , "Data Communications and Networking"
2. 김정기, "디지털 무선 전송 기술", 1994
3. 김장권, 구창희, "Data Communication and Computer Communication", 2000
4. 박인경, "유무선 멀티미디어 통신망", 2002
5. Martin S. Roden, "Analog and Digital Communication Systems", 1999