2005년도 대한전기학회 하계학술대회 논문집 2005. 7. 18 - 20

압력센서를 이용한 수위계측시스템

박 찬 원, 박 희 석
강원대학교 전기전자정보통신공학부, (주)TGW

A water level measurement system using pressure sensor

Chan-won Park, Hee-suk Park
Kangwon National University, TGW.Co.,ltd

Abstract - 본 연구는 매년마다 반복되는 하천의 수해예방 및 차후 대책수립을 위해 재해관리자가 원거리에서 다수의 하천 수위를 실시간 파악하도록 압력센서를 이용한 수위 계측기와 계측결과를 CDMA망을 통해 전송하는 데이터로거 시스템 개발에 관한 것이다. 본 연구에서 개발한 압력센서를 이용한 무선원격 수위계측기는 전원환경이 열악한 오지에 장착하여 수년간의 동작을 보장할 수 있는 계측시스템으로서, 태양광을 이용한 자가발전에 의한 전원 충전과, 차세대 무선 통신시스템을 장착하여 독립적으로 실시간 자료를 수집할 수 있는 특징들을 가진다

1. 서 론

환경의 가치가 증대되고 있는 현 시점에서 하천 수(水)에 대한 자원으로서의 가치 평가가 새로이 이루어지고 있으며, 이를 위해서는 정확한 유량 측정과 유량 데이터의 체계적인 축적이 필요하다. 또한, 최근 그 피해 규모가 점차 증가하고 있는 자연재해(수해)에 대하여 체계적이고 과학적인 방재 방안의 수립이 요구되며, 그러기 위하여 실시간 환경 계측 시스템이 필요하다. 기존의 수해 경보 시스템은 강우량에만 의존한 획일적인 경보 발령으로 특정지역의 재해 예측에 있어서 그 기술적인 한계가 있다. 특히, 국가 혹은 도 단위의 강우량은 작아도 일부 지역에 쏟아지는 폭우의 재해 예측은 매우 어렵기 때문에 재해 피해를 최소화하려면 해당 지역의 실시간 수위 계측 모니터링 시스템이 필수적이다. 나아가 재해 피해가 발생한 하천 복구할 경우에 해당 지자체에서는 재해 발생시 하천에 흐르는 유량을 알 수 없어 재방구축 높이나 방식선정에 어려움을 겪고 있다. 기존 수위계측기기의 경우 국내 개발제품이 전무하고 일본, 독일 제품은 고가의 원격 모니터링 장비 가격과 시공에 따른 비용이 과다하고 국내 실정에 맞지 않으므로 재정 여건이 열악한 지자체의 입장에서는 적극적이고 광범위한 보급에 현실적인 어려움이 많다. 본 연구에서 제안한 수위계측시스템은 실시간으로 정확도 및 정밀도가 높은 수위계측이 가능하면서도 중저가의 시스템 개발을 목적으로 한다. 또한, 단순히 수위 계측값만을 사용자에게 전달하는 것이 아니라 GIS(지리정보시스템)와 연계하여 현 유량, 향후 예상 유량, 재해 발생 위험성 등을 나타내는 시스템 개발을 구현하였다.

2. 본 론

2.1 전체 시스템

무선원격 수위계측시스템은 그림1과 같이 고정밀 수위계측용 센서모듈 (WLS-200)과 무선통신을 이용하여 계측자료를 전송하는 통신단말기 (WDT-200), 전송자료를 수집하여 상용망을 이용해서 송수신하는 데이터 수집기 (WDL-200)와 실시간으로 수집된 자료를 데이터베이스화하여 관리하는 관리서버로 구성된다. 사용자는 이렇게 수집된 데이터를 Client 소프트웨어를 이용하여 실시간 정보를 확인하고 다양한 목적에 활용이 가능하다. 무선원격 수위계측시스템은 아래의 구성품으로 이루어진다.

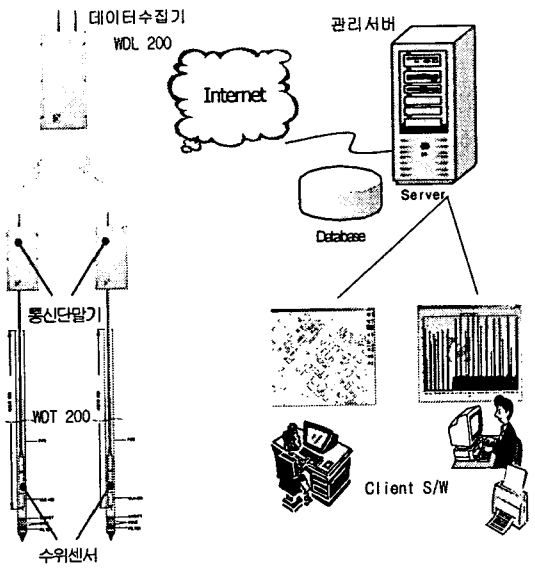

그림 1. 전체 시스템 구성도

2.2 고정밀 수위계측센서

고정밀 수위계측센서는 대기보정용 압력센서를 이용하여 설치지점으로부터의 실제수위를 계측하는 센서모듈로써 설치 시 설정된 주기에 따라 자동으로 설치지점의 수위 및 수온을 측정하여 내장된 기억장치에 저장하고, 함께 설치되는 통신단말기로 통해 전송한다. 고정밀도의 압력센서를 이용하여 수위를 계측하므로 센서모듈을 계측하고자 하는 지점의 수중 혹은 동일한 조건을 구현할 수 있는 장소에 설치하며 금속관 등을 이용하면 측정 위치를 고정할 수 있으며 외부의 충격에 대한 보호를 겸한다.

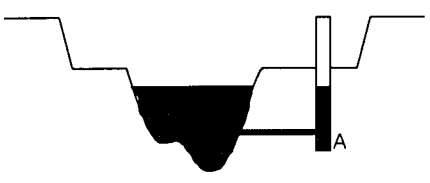

그림 2. 고정밀 수위계측용 센서 설치도

그림 2와 같이 매설된 관 "A"의 하부에 물이 들어올 수 있는 구조인 경우 관 좌측 하천의 수위와 관 "A"내부의 수위는 동일하게 유지된다. 수위센서는 수압과 수온 계측이 가능하며 관 내부의 수위센서에 의해 계측되는 압력값은 고도에 따른 대기압이 포함되므로 설치장소의 고도에 의한 기압차를 자동으로 보정해 주는 특수회로와 케이블을 적용하고 있으며 주변 온도변화에 따른 보정작업을 하고 사용자는 해당 위치의 주변 온도도 알 수 있다. 이 센서는 12bit 분해능을 가지며 mm단위 측정이 가능하고 유효 측정 수압은 200m이며 -30~80℃에서 온도보상이 유효하게 동작하도록 설계하였다.

2.3 통신단말기 (WDT-200)

자체 설계한 디지털무선통신 프로토콜을 사용하는 무선통신기기로써 수위계측센서에서 측정한 자료를 통신중계기 또은 데이터수집기로 전송하는 장치이다. 동작은 측정주기마다 CPU가 수위센서의 값을 읽어 RTC(Real Time Clock)의 시간값과 결합하여 저장하며 이 데이터가 일정량이상 모이면 데이터 수집기로 송신한다. 송신시 각 통신단말기별 고유번호와 결합하여 FSK방식으로 송신한다. 캐리어 주파수는 UHF 424.7MHz (10mW)를 사용하여 2400~3200bps 전송이 가능하며 Modulation은 2 Level FSK(frequency shift keying)을 사용하여 신뢰성와 노이즈 내성을 증가시켰다. 송수신거리는 150m이며 데이터수집기 고장 등의 상황을 대비하여 내부에 1달 이상 데이터 분량이 저장가능하다. 설치 장소의 특성상 상용전원 사용이 제한되므로 배터리로 동작하며 태양전지로 충전토록 하며 소모전류를 최소화하기 위해 one chip microprocessor와 저전력부품을 사용하였다. 통신단말기는 전력소모를 최소화하기 위해 측정 주기를 조정하도록 되어 있어 시간당 유량변화가 1%미만인 경우는 측정주기를 10분에 1회 측정을 하며 장마나 강우의 경우에는 매 초당 측정하여 전송하도록 설정되어 있고 이 주기는 사용자에 의해 조정이 가능하다.

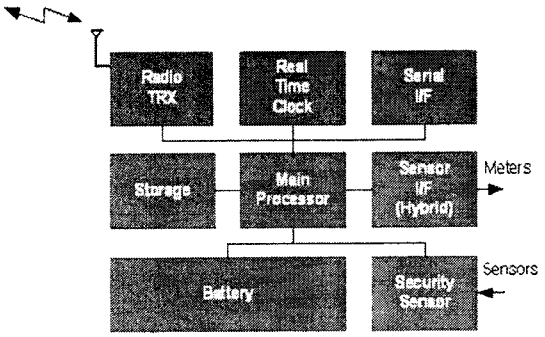

그림 3. 통신단말기 블록도

2.4 통신중계기 (WDR-200)

통신중계기는 통신단말기에서 전송된 자료를 데이터수집기로 재전송하며 통신단말기와 데이터 수집기 간의 통신이 거리, 차폐 등의 이유로 원활하지 않을 경우에 이를 보완하기 위하여 사용하며 주파수 등 기본 성능은 통신단말기와 동일하다.

2.5 데이터 수집기 (WDL-200)

통신단말기 또는 통신중계기로부터 수신한 계측자료를 수집/저장하고, 정해진 시간 혹은 사용자가 전송을 요청시 무선망을 이용하여 관리 서버로 전송하는 장치이다. 최대 255대와 데이터 송수신과 여러 설정 조정이 가능하며 통신단말기에서 데이터 수신하면 RTC와 결합하여 SRAM에 저장한다. 256KB SRAM을 내장하여 관리서버와 연결이 불가능한 상황에서 최대 1달 정도 데이터 저장 관리가 가능하다. 현장에서 LCD와 Serial통신을 통해 상태 확인 및 조정이 가능하며 낙뢰 등을 대비 Surge protection 회로와 5V 공급하기위한 변압회로를 내장한다. 424.7MHz 무선통신과 CDMA 통신을 하기 위해 별도의 2채널 비동기 송수신기를 사용하였다. 전송 데이터는 그림 4와 같은 순서에 의해 전달이 된다. CDMA Call을 하여 관리서버와 연결하고 해당 데이터 수집기의 Address와 현재 Status, Data를 결합하여 전송한다. 이를 통해 관리서버는 해당 데이터 수집기의 정상 동작여부를 파악하고 비정상 Frame 수신시 재송신하며 반복 오류가 발생하면 사용자에게 알리게 된다.

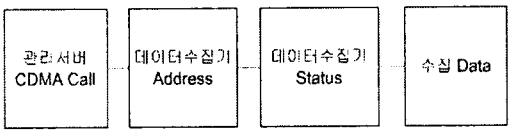

그림 4. 데이터 전송 블록도

통신망은 유선인터넷망을 이용시 유선을 측정지점까지 연결해야하나 설치 지점이 다리 위나 산 속일 경우 연결이 어려우므로 국내 전체를 커버하는 CDMA/PCS 상용무선 통신망을 이용한다. CDMA망은 설치비용이 저렴하고, 망 설치가 잘 되어 있어 설치 지점에 대한 공간적인 제약이 거의 없으나 망 사용료가 고가라는 단점이 있다. 이는 데이터 전송주기를 조정하여 최소화할 수 있다. 통신요금을 최소화하기 위해서는 통신단말기와 마찬가지로 국내 강우량은 특정 계절에 비율이 높으므로 수위 변화가 거의 없는 경우는 전송을 1일 1~2회만 실시하고 장마나 강우시에도 수위 변화는 30분이상의 측정주기 값이 의미가 있으므로 이를 고려해 전송한다. 하지만 사용자가 이를 조정할 수 있고 망 연결을 유지하여 실시간 데이터 전송도 가능하다.

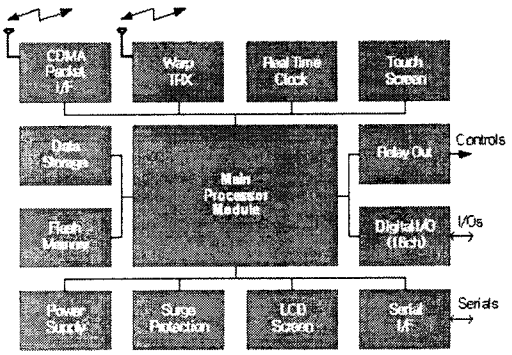

그림 5. 데이터 수집기 블록도

2.6 관리서버

사용자의 지정 장소에 설치되어 인터넷을 통해 데이터수집기가 송신한 계측자료를 수신하고 수신 자료는 데이터베이스에 저장하여 사용자의 관리가 가능하다. 사용자는 별도의 클라이언트 소프트웨어를 통하여 서버에 접속, 저장된 자료를 해당 목적에 활용할 수 있다. 이 자료를 GIS(지리 정보시스템)와 연결하여 해당 하천의 유량을 파악한다. 방법은 그림 2에서 보면 GIS에는 해당 하천의 하천구조는 실제 측량으로 기록되어 있고 한 지점의 수위를 측량하면 하천 유량의 단면적을 알 수 있으므

로 이를 시간으로 적분하면 해당 하천의 시간당 유량을 구할 수 있다. 이런 정보를 통해 여러 하천을 통과하여 큰 강으로 모일 때 예상되는 유량을 산정할 수 있으며 이를 통해 제방의 크기나 댐의 유입예상량 등을 산정하는 것이 가능하다.

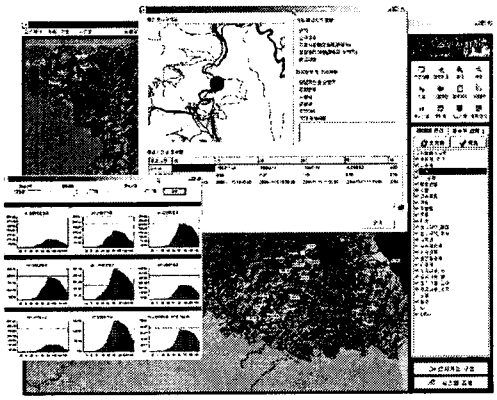

그림 6. Client software 구현 화면

3. 결 론

본 연구에서는 하천에 설치한 다수의 실시간 수위계측기가 전송한 데이터를 데이터수집기가 1차 자료수집을 하고 상용 CDMA/PCS망을 이용하여 다수의 데이터 수집기가 전송한 데이터를 관리서버가 2차 자료수집을 하는 시스템을 설계하였으며 이렇게 수집된 데이터는 사용자가 다양한 목적에 활용 가능하도록 DB화 하였다. 이 시스템을 활용하면 기존의 홍수경보체계에서는 불가능하였던 특정 지역 재해 관리와 강우에 의하여 변동되는 하천 수위 변화와 유량의 실시간 상황 파악이 가능하므로 재해위험지역, 상습침수지역 및 수해취약지역 등 유역권내의 피해 예측과 예방 기능 강화가 가능하여 큰 재산/인명 피해를 최소화할 수 있다. 또한, 대상 지역의 체계적인 수위 실측 데이터 축적하여 GIS(지리정보시스템)과 연계한다면 보다 발전적인 수자원의 체계적인 관리와 하천정비계획 등의 각종 행정정보자료와 연계하여 행정업무 근거로 활용되어 과학적인 업무처리가 가능하게 된다. 추가적으로 유속과 강우량계를 추가적으로 설치하여 데이터를 수집한다면 더욱 신뢰도 높고 다양한 정보의 활용이 가능할 것이다.

[참 고 문 헌]

[1] Gilbert Held, "Data communications networking devices", Wiley, 1992

[2] 김재균, "영상통신시스템", 영지문화사, 2000

[3] TIA, "Mobile Station-Base Station compatibility standard for dual-mode wideband spread spectrum cellular system", Datasheet, 1993

[4] J.G. Webster, "The Measurment instrumentation and sensors handbook", CRC press, 1999

[5] AMD, "AM188ER", Datasheet, 2002

[6] National Semiconductor, "PC16552DV", Datasheet, 1995