

GIS와 무선원격측을 활용한 실시간 하천모니터(수위, 유속, 수질)

박찬원, 박희석, 양진영,
강원대학교 IT특성화대학 전기전자공학부, (주) TGW,

The real-time river monitor which applies the GIS and wireless remote measuring (water level, flux, water quality)

Chan-Won Park, Hee-Suk Park, Jin-Young Yang
Dept. of Electrical and Electronics Eng, Kangwon National University, TGW Co.,Ltd,

Abstract - 본 논문은 기존의 하천 현장에서 측정자가 수작업으로 진행했던 하천 수위/유속/수질 측정을 원격자동으로 측정하고 측정데이터를 저장 관리하는 계측기와 상용 CDMA망을 이용하여 실시간 정보 전달이 가능하도록 하는 실시간 하천모니터 시스템 개발에 관한 내용이다.

1. 서 론

한국의 수자원 관리기술은 댐 저수지의 수질/수위 관리, 상/하수 처리 기술로 나뉘며 이에 대한 기반기술은 지표수 및 지하수의 흐름의 양적 측정에서 시작된다. 이를 위해서는 다양한 장소에서의 수위/유속/수질 측정이 필수적이며 이러한 기술을 확보하기 위해서 다양한 방식으로 접근하고 있으나 대부분이 수입품이어서 고가의 장비이고 사람이 직접 해당 장소에 접근하여 측정해야하여 안전사고에 대한 위험도 큰 실정이다. 본 연구에서는 기존의 측정방법에 따른 불편과 문제점을 해결할 수 있는 수위/유속/수질 측정시스템을 개발하고 이를 GIS와 연계하는 통합망 관리가 가능한 시스템을 구축하고자 한다.

이번에 개발되는 하천 모니터링시스템은 대상 하천 수계의 지점별 수위-유속 측정에 근거한 유량 측정과, 해당지점의 수질을 자동으로 계측하고 실시간으로 전송하여 관리할 수 있는 시스템이다. 하천의 실시간 유량(수위-유속) 측정에 의한 유역 수문정보와 GIS 정보의 통합 관리를 통하여 효율적인 재해 및 재난관리가 가능하며, 수량과 수질계측 자료를 오염총량제의 기초 자료로 활용하여 실질적인 오염규제와 하천의 오염 구간 및 오염원에 대한 실시간 관리를 가능하게 한다.

하천의 유량측정에서 가장 어려운 일은 유속의 측정이며 특히나 우리나라처럼 여름 장마기에 집중적으로 호우가 집중되는 유속이 매우 높은 경우는 측정이 거의 불가능하다. 그 이유는 모든 유속계들이 물속에 입수시켜 측정을 하는 접촉식 유속계이기 때문에, 장마기처럼 매우 유속이 빠르고 부유물도 많은 경우에는 측정장비를 입수시키기가 거의 불가능하기 때문이다.

이러한 문제점을 해결하고 안전하게 측정하기 위해서는 비접촉식 수위계 및 유속계를 개발하여 사용하는 것이 최선의 방법이라 판단된다. 이와 더불어 현재 다양하게 개발되어 운영되는 수질센서를 사용하여 통합적인 시스템을 구축한다면 전방위적인 수자원관리가 가능하다고 판단된다.

2. 본 론

2.1 전체시스템



<그림 1> 전체시스템 하드웨어 블록도

본 무선원격 수위계측시스템은 크게 그림1과 같이 초음파를 이용한 유속계와 계측자료를 수집하여 상용통신망(CDMA)을 이용해서 송수신하는 자료 수집기와 실시간으로 수집된 자료를 데이터베이스화하여 관리하는 관리서버로 구성된다. 사용자는 이렇게 수집된 데이터를 GIS정보 Client 소프트웨어를 이용하여 실시간 정보를 확인하고 다양한 목적에 활용이 가능하다.

본 제품의 주요 특징은

- 교량 위에 설치하여 초음파를 방사해서 측정하는 장치로 실제 유속을 실시간으로 계측 가능
- 비접촉형으로 측정환경이 열악한 장마기 등의 빠른 유속에서도 사용 가능
- 측정대상의 매질, 성분, 상태에 관계없이 계측가능
- 현재 양산되는 다양한 수질계측센서를 사용하여 데이터 수집 가능
- CDMA 상용 이동통신망을 사용하여 통신하므로 전국 어디서나 쌍방향 통신이 가능
- 별도의 상용전원을 사용하지 않고 태양전지판과 내장된 배터리를 사용하여 동작하므로 설치장소에 구애받지 않으며 설치 및 유지보수가 용이함

2.2 초음파 수위계

레이저나 광파 측정방식은 측정거리가 길고 정밀도 높은 장점이 있으나 일반 고체만 측정이 가능하고 유리나 액체 등과 같이 빛을 산란, 흡수하는 매질은 측정이 불가능한 특성이 있다. 이에 비해 초음파(Ultrasonic)는 매질을 구분하지 않고 신호를 반사시켜 측정에 매우 유리하여 수위측정에 유리하다. 하지만 초음파 측정기는 일반적인 경우 측정가능거리가 10m내외의 정도로 측정거리가 짧고 정밀도가 낮은 단점이 있다. 이는 광파가 점 단위 측정지점을 갖는데 비해 초음파는 면 단위 측정지점을 가지고 거리에 비례해 신호가 방사되기 때문이다. 수위계측은 정밀도보다 측정값의 신뢰도가 중요하므로 초음파가 적합하고, 본 제품은 측정 거리를 증가시키기 위해서 별도로 제작한 초음파 송신부와 수신부 센서를 사용하여 출력강도와 수신감도를 높여 최대 30m까지 측정이 가능하도록 제작하였다.

2.2.1 초음파 수위계 하드웨어 설계

초음파 수위계는 아래와 같이 구성되어 초음파 신호를 송신하고 이를 수신하여 분석하도록 설계하였다.

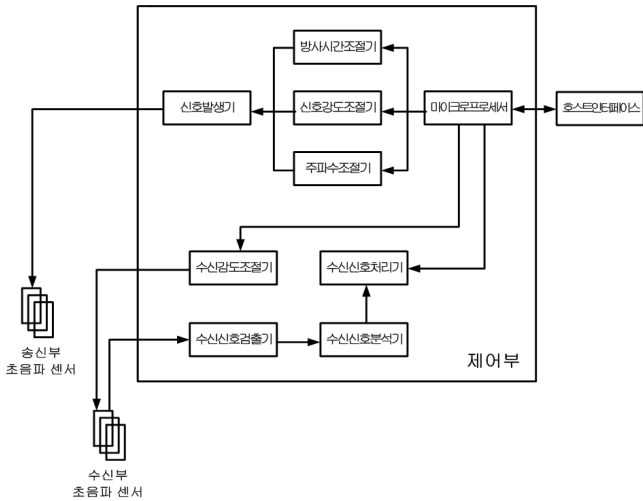
- Signal Transmitter : 초음파 신호를 생성하여 측정대상에 방사
- Reflected Signal Receiver : 하천에 반사되어 되돌아오는 신호를 수신
- Amp : 수신신호를 증폭하여 Signal Process로 전달
- Signal Process : 송신신호와 수신신호의 시간차를 연산하여 거리계산

2.3 유속계

본 측정장비의 가장 큰 특징은 기존 제품들이 하천의 유속을 측정하기 위해서 측정장비를 하천에 입수시키지만 본 장비는 하천에 비접촉으로 유속을 측정한다. 유속을 측정하는 방법은 먼저 초음파를 하천에 방사하여 하천 등에 반사되어 수신되는 신호를 분석하여 도플러 주파수를 측정하고 이를 바탕으로 유속을 측정하는 방식이다. 물체의 속도에 따라 달라지는 도플러효과를 이용하여 흐름이 있는 하천의 표면을 향해 방사된 초음파의 반사파를 수신하고, 방사된 초음파의 주파수와 수신된 반사파의 주파수 차이를 분석하여, 하천에 흐르는 유체의 속도를 계산할 수 있다.

2.3.1 유속계 하드웨어 설계

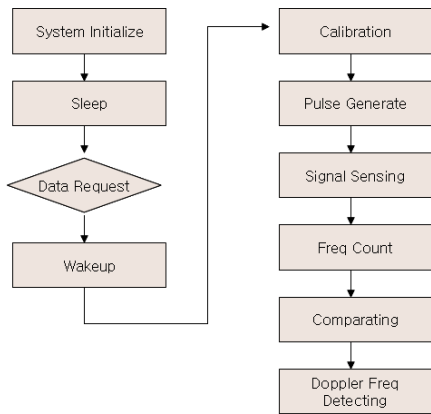
유속계는 아래와 같이 구성되어 초음파 신호를 송신하고 이를 수신하여 분석하도록 설계하였다.



〈그림 2〉 유속계 소프트웨어 블록도

- Signal Transmitter : 초음파 신호를 생성하여 측정대상에 방사
- Reflected Signal Receiver : 하천에 반사되어 되돌아오는 신호를 수신
- Freq Counter : 수신된 신호의 주파수를 분석
- Comparator : 송신신호와 수신신호를 비교하여 차를 파악
- Signal Process : 도플러 주파수를 분석하고 신호처리

2.3.2 유속계 소프트웨어 설계



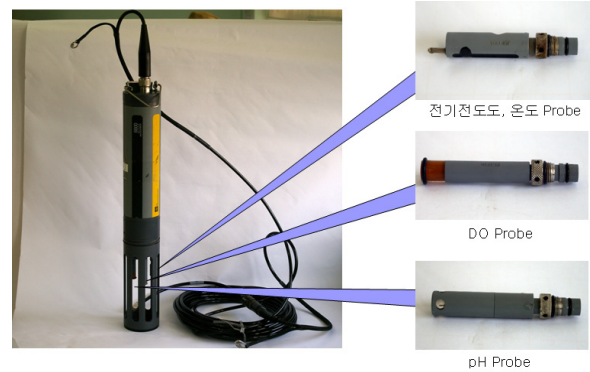
〈그림 3〉 유속계 소프트웨어 블록도

위 그림은 유속계 소프트웨어의 블록도이다. 동작은 24시간 연속측정은 의미가 없으므로 측정주기에 도달하면 측정을 시작하고 송신주파수와 수신주파수를 비교 분석하여 도플러 주파수를 측정하며 측정값을 저장하도록 하였다.

2.4 수질계측기

하천관리를 위해서는 수위, 유속값뿐만 아니라 다양한 수질값이 필요하다. 하지만 실제 수질값은 간단히 측정 가능한 항목도 아닐뿐더러 화학적인 센서와 미생물 또는 화학반응을 위한 배양 등이 필요로 한다. 이는 굉장히 고가일 뿐 아니라 장비의 규모 또한 커지게 된다. 이는 즉각적이고 실시간 현장 상황을 파악하기 위한 본 모니터링 시스템의 목적과 맞지 않기 때문에 측정항목을 몇 가지로 제한하여 기존의 상용제품을 선정하여 하천모니터링시스템에 적용하였다.

- 측정가능항목 : 용존 산소, 전기전도도, 온도, pH, 염도, 총 용존 고형물 (6개 항목)
- 기 개발한 자료수집기와 통합 운영이 가능하도록 선정
- RS-232C를 통하여 자료수집기와 통신하여 전원제어 및 자료수집 실시
- 2년 이상의 내구성을 보유하고 있으며 측정 probe 중 문제발생 시 고장부위만 교체하여 지속사용 가능
- 직경 2인치이상의 파이프 혹은 우물에 사용 가능



〈그림 4〉 수질 센서

〈표 1〉 수질센서 사양

구 분	Range	Resolution	Accuracy
Dissolved Oxygen (% saturation)	0~200%	0.1%	±2%
Dissolved Oxygen (mg/L)	0~20mg/L	0.01mg/L	±0.2mg/L
Conductivity	0~100mS/cm	0.01mS/cm	±0.5%, ±0.001mS/cm
Salinity	0~70 PPT	0.01PPT	±0.01% or 0.1PPT이상
Temperature	-5~+45℃	0.01℃	±0.15℃
pH	2~14 units	0.01unit	±0.2unit

2.5 자료 수집기

계측기로부터 수신한 계측자료를 수집/저장하고, 정해진 시간 혹은 사용자가 전송을 요청시 무선망을 이용하여 관리 서버로 전송하는 장치이다. 별도메모리를 내장하여 관리서버와 연결이 불가능한 상황에서 최대 1달 정도 데이터 저장 관리가 가능하며 독립전원을 갖으며 낙뢰 등을 대비하도록 설계하였다. 통신망은 제품의 특성상 설치 지점이 교량 위나 오지일 확률이 높는데, 이 경우 유선인터넷 연결이 어렵고 상용전원을 사용이 제한되므로 CDMA/PCS 상용 무선 통신망과 독립전원을 사용한다.

3. 결 론

본 연구에서는 교량에 초음파 수위계와 유속계와 수질센서를 설치하고 실시간 하천 유속 데이터를 측정하여, 상용 CDMA/PCS망을 사용하는 자료 수집기로 관리서버에 전송하는 시스템을 설계하였으며 이렇게 수집된 정보를 체계적으로 DB화하여 GIS 기반 정보와 결합하여 사용자의 다양한 목적에 맞춰 활용하도록 하였다. 기존에 사람이 현장에 직접 접근하여 측정하던 다양한 항목을 실시간으로 자동화 처리하여 효율성을 높였다. 또한 비접촉식이므로 장비의 손상 없이 수위, 유속 측정이 가능하고 기존에는 측정이 불가능하던 홍수기의 유속에도 측정이 가능하다는 장점이 있다. 이를 통해 해당 하천의 유량 관리가 가능해지므로 물 부족국가인 우리나라의 체계적인 치수관리가 가능해지며 향후 종합 하천 유량관리 및 수질측정시스템으로 발전이 가능하다. 물론 이를 위해서는 해당지역의 GIS정보 구축이 선행되어야하며 GIS를 활용한 유역분석 자료와 실시간 수위변동자료의 접목을 통한 하천별 유역모델 연구 및 산출 환경 구축도 구축가능하다.

[참 고 문 헌]

- [1] 박병규의 3명, "혼 해석을 통한 초음파 폴리싱 시스템의 개발 및 연마특성", 한국공작기계학회, Vol13, 53-60, 2004.6월
- [2] 저자명, "논문제목", 논문지명, 권호, 페이지, 출판년도
- [3] TIA, "Mobile Station-Base Station compatibility standard for dual-mode wideband spread spectrum cellular system", Datasheet, 1993
- [4] J.G. Webster, "The Measurement instrumentation and sensors handbook", CRC press, 1999
- [5] 이상호의 2명, "전자파를 이용한 하천수 표면유속 측정", 한국수자원학회논문집, 28권, 1995.12월
- [6] 이상호의 2명, "전자파 표면 유속계의 하천 유량 측정에 관한 실용성", 한국수자원학회논문집, 30권, 1997.12월