

GIS를 이용한 원격 수위계측시스템

박찬원, 박희석, 남현식
강원대학교 전기전자정보통신공학부, (주)TGW

A remote waterlevel measurement system using GIS

Chan-won Park, Hee-suk Park, Hyun-shik Nam
Kangwon National University, TGW.Co.,Ltd

Abstract - 본 연구는 매년 발생하는 홍수와 폭우에 따른 수자원 관리 및 대규모 자연재해(수해)방지를 위한 실시간 원격수위계측시스템 개발에 관한 것이다. 본 연구에서 개발한 고정밀 수위계측센서는 지리적, 환경적 여건을 고려하여 온도보상 및 드리프트 보상이 가능하며 무선통신 시스템을 이용하여 측정된 값을 관리서버에 DB화 할 수 있도록 하였다. 또한 GIS와 연계하여 실시간으로 하천구역의 유량 및 수위를 모니터링 할 수 있도록 하였다.

하여 체계적이고 과학적인 방재 방안의 수립이 절실히 요구된다. 이를 위해서는 정확한 유량측정 장비와 유량 데이터의 체계적인 정보기술들이 요구되는데, 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 인명/재산 피해를 최소화하려면 해당 지역의 실시간 수위 계측 모니터링 시스템이 필수적이다. 본 연구에서 제안한 수위 계측시스템은 실시간으로 정확도 및 정밀도가 높은 수위계측이 가능하면서도 중저가의 시스템 개발을 목적으로 한다. 또한, 단순히 수위 계측값만을 사용자에게 전달하는 것이 아니라 GIS(지리정보시스템)와 연계하여 매년 발생하는 갈수기, 홍수기 때의 현 유량, 향후 예상 유량, 재해 발생 위험성 등을 GIS 시스템을 통해 재해관리가 열악한 오지에서도 실시간 관측이 가능하도록 하였다.

1. 서론

현대사회로 접어들면서 지리정보체계(Geographic Information System : GIS)에 대한 가치가 새로이 평가되고 지리정보에 대한 관심이 급증하면서 지구상에서 발생하는 시공간상의 제반현상들의 위치, 속성, 정보 등의 데이터를 컴퓨터를 통해 입력 저장하고 검색, 갱신 등의 정보를 관리/처리 및 분석하여 사용자에게 원하는 정보를 제공하는 수준까지 이르게 되었다. 이러한 GIS의 분야로는 토지관리, 시설물관리, 교통정보, 도시계획, 환경변화 예측 등의 지리적 특성을 갖는 대상들이 취급되는데, 현 시점에서는 지구온난화 및 이상기후의 변화로 최근 그 피해 규모가 점차 증가하고 있는 자연재해(수해)에 대

2. 시스템의 구성

무선원격 수위계측시스템은 그림1과 같이 고정밀 수위계측용 센서모듈과 무선통신을 이용하여 계측자료를 전송하는 통신단말기, 전송

자료를 수집하여 상용망을 이용해서 송수신하는 데이터 수집기)와 실시간으로 수집된 자료를 데이터베이스화하여 관리하는 관리서버로 구성된다. 사용자는 이렇게 수집된 데이터를 GIS 유역관리 시스템을 이용하여 실시간 정보를 확인하고 다양한 목적에 활용이 가능하다. 무선원격 수위계측시스템은 아래의 구성품으로 이루어진다.

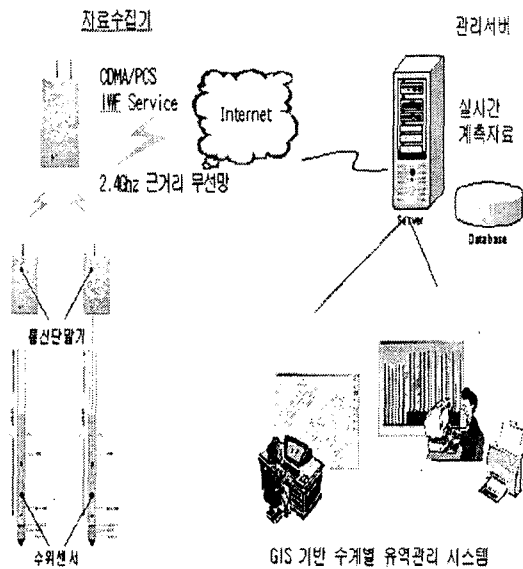


그림 1. 전체 시스템 구성도

2.1 수위계측센서

이 센서는 12bit 분해능을 가지며 mm단위 측정이 가능하고 유효 측정 수압은 200m이며 -30~80℃에서 온도보상이 유효하게 동작하도록 설계하였다. 또한 수위계측센서에서 가장 유념해야할 압력은, 고도에 따른 대기압의 차이가 함께 적용되므로, 수위계측센서에는 고도에 따른 기압차를 자동으로 보정해주는 특수회로와 케이블을 적용하였다. 따라서 수위계측센서는 금속관이 아니더라도, 측정위치를 고정시킬 수 있는 구조물이 있는 곳이면 어느 곳이나 쉽게 장착하여 사용 할 수 있도록 하였다.

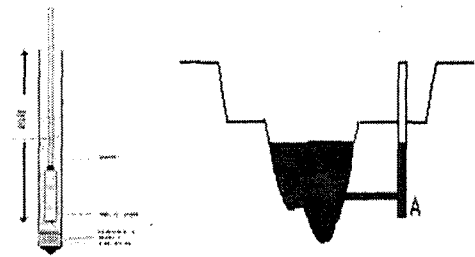


그림 2. 고정밀 수위계측용 센서 설치도

2.2 통신단말기

통신단말기는 자체 설계한 디지털무선통신 프로토콜을 사용하는 무선통신기기로써 수위계측센서에서 측정된 자료를 통신 중계기 또는 데이터수집기로 전송하는 장치이다. 동작은 측정주기마다 CPU가 수위센서의 값을 읽어 RTC(Real Time Clock)의 시간값과 결합하여 저장하며 이 데이터가 일정량이상 모이면 데이터 수집기로 송신한다.

2.3 데이터 수집기

데이터 수집기는 통신단말기 또는 통신중계기로부터 수신한 측정자료를 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 가능하도록 설계하였다. 현장에서 LCD와 Serial통신을 통해 상태 확인 및 조정이 가능하며 낙뢰 등을 대비 Surge protection 회로와 5V 공급하기위한 변압회로를 내장한다. 4.2GHz 무선통신과 CDMA 통신을 하기 위해 별도의 2채널 비동기 송수신기를 사용하였다. 전송 데이터는 그림 3과 같은 순서에 의해 전달이 된다.

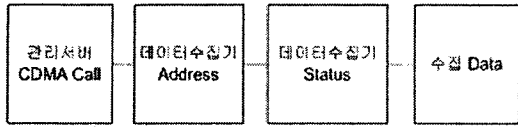


그림 3. 데이터 전송 블록도

한편 수위계측센서는 주로 전원의 공급이 원활하지 않은 오지에 설치하므로 본 연구에서 개발한 장치는 태양전지에 의한 전원으로 수위 정보를 송출하였다. 따라서 최소한의 전력으로 장기간 데이터 전송을 확보할 수 있어야 한다. 그림 4는 이를 위한 해결책으로 수위검출장치의 전송주기를 조절하는 알고리즘을 구성하여 CDMA 기간망의 사용비용을 줄임과 동시에 송출전원의 사용을 최적화하였다.

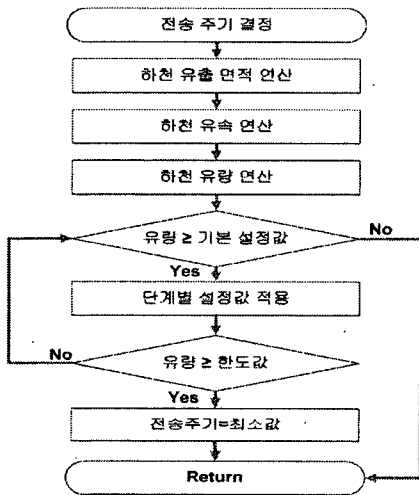


그림 4. 수위계측 검출장치의 전송주기를 조절하는 방법의 흐름도.

2.4 관리서버

사용자의 지정 장소에 설치되어 인터넷을 통해 데이터 수집기가 송신한 계측자료를 수신하고 수신 자료는 데이터베이스에 저장하여 사용자의 관리가 가능하다. 사용자는 별도의 클라이언트 소프트웨어를 통하여 서버에 접속, 저장된 자료를 해당 목적에 활용할 수 있다. 또한 관리서버는, 자료수집기로부터 전송되는 수위계측센서의 계측자료를 데이터베이스화 하여 저장, 관리하며, 사용자의 클라이언트 S/W 접속과 요청에 따라, 저장된 자료

에 대한 검색을 서비스하는 것을 기본기능으로 하였다.

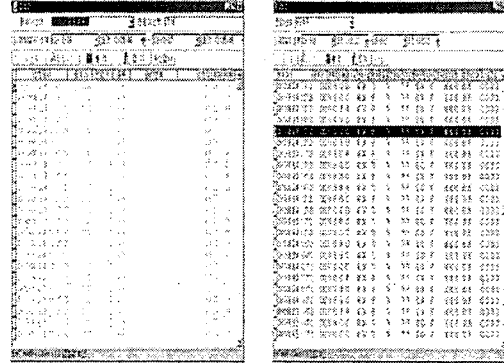


그림 5. 관리자의 수위계측 자료 검색화면의 예

2.5 GIS 기반 수계별 유역관리 시스템

GIS(지리 정보시스템)을 이용하여 해당 하천의 유량을 파악한다. 방법은 GIS에는 해당 하천의 하천구조는 실제 측량으로 기록되어 있고 한 지점의 수위를 측량하면 하천 유량의 단면적을 알 수 있으므로 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 가능하도록 하였다. 그리고 DB화된 데이터들을 바탕으로 년/월별간 수위표현, 강수량의 따른 피해지역 예상, 피해정도예상, 현재수위 모니터링 등의 기능을 실시간으로 관찰할 수 있다.

3. GIS에서 적용

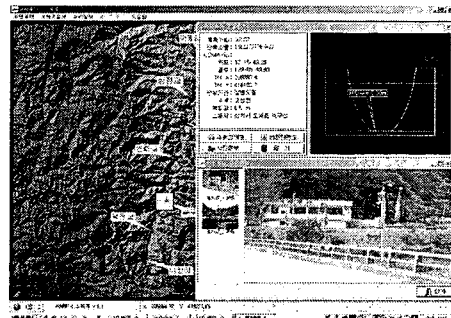


그림 6. 수위계측 시스템의 속성기능

GIS 관련 프로그램을 이용하여 GIS 기반의 지형도 및 주제도와 연계, 활용도를 극대화시킬 수 있으며, 관련 GIS 정보와 주제도 작성 및 부가기능은 사용자의 요구에 따라 추가될 수 있다. GIS를 이용한 기본적인 지리검색 기능을 통하여 수위계측기가 설치된 지점을 붉은색 Dot로 표시하였으며 원하는 구역의 수위를 알아보려고 할 시에는 해당 하천을 선정하고 원하는 서비스(수위정보, 현재수위 모니터링, 지점별 수위비교, 하천유역 속성보기, 수위에 따른 침수예상도, 강우량에 따른 피해량, 환경설정)를 검색하면 된다.

3.1 실시간 수위 모니터링

실시간으로 하천유역의 현재수위를 하천 개략단면도 상에 보여주는 기능으로 일정 주기(분)마다 유역별 실시간 모니터링 창으로 출력된다. 경계수위와 안전수위 및 위험수위는 제방의 높이를 기준으로 서로 다른 색을 기준으로 표현하였다.

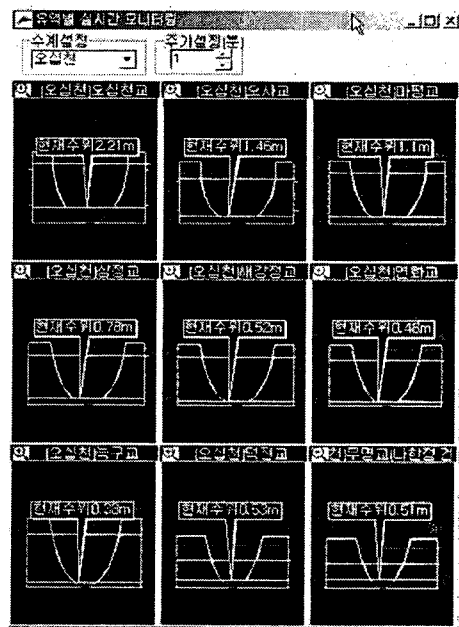


그림 7. 수위계측 시스템의 모니터링

수계를 선택하고 주기(화면갱신주기)를 설정하면 해당수계의 개략 하천 단면도상에 현재수위가 표시되며 설정된 주기마다 화면을 갱신해준다.

다. 그림 7은 1분 간격으로 해당 하천의 여러 유역의 수위 및 상황선을 실시간으로 모니터링할 수 있게 표현한 것이다.

3.4 수위에 따른 침수예상도

환경설정기능에서 설정한 경계수위 및 위험수위 값을 바탕으로 폭우나 홍수기에 하천 유역의 수위를 측정하여 설정수위에 근사하면 예상침수지역을 지리적으로 표현해 주며, 해당 지역의 침수면적이나 주요시설물에 대한 정보를 알려준다.

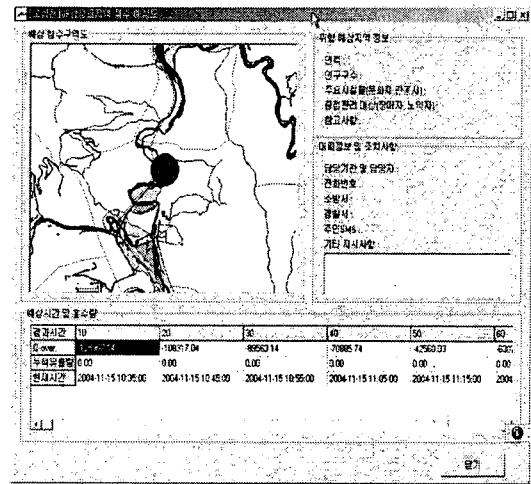


그림 8. 수위계측 시스템의 침수예상도

예상침수지역은 몇 시간에 걸친 측정값과 경과시간에 따른 해당 하천유역의 누적유출량을 바탕으로 산출되고, 산출된 값을 기준으로 하천유역의 침수정도 나타내는데 침수정도에 따라 침수지역의 색을 다르게 표시하였다.

3.5 피해량 예측도

지속적인 비로 하천수위가 높아졌을 경우 시간에 따른 강우량으로 앞으로의 수위 정보와 그 피해량을 그래프를 통해서 예측해 볼 수 있다. 그림 9은 하천유역 9곳의 피해량을 현재시간에서의 강우량을 바탕으로 시간이 경과함에 따라 예상변화량을 보여준다.

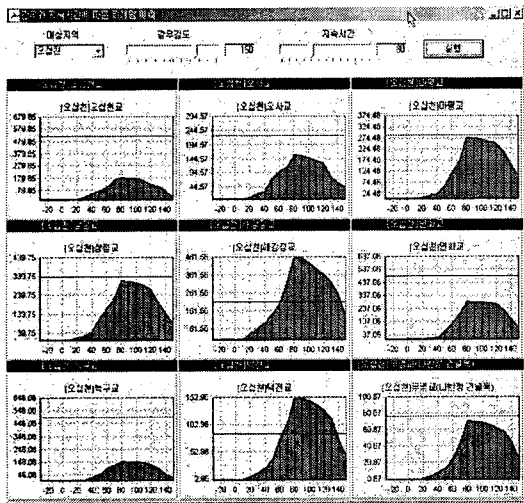


그림 9. 강우와 지속시간에 따른 피해량 예측

3. 결 론

본 연구에서는 수위계측시스템을 GIS와 연계하여 지리적으로 재해관리가 열악한 하천유역의 수위변화를 실시간으로 모니터링 할 수 있게 하였고 이를 바탕으로 기존의 홍수경보 체계에서는 불가능하였던 예상 강수량 및 피해규모 정도를 미리 시뮬레이션 할 수 있도록 하여 재해위험지역, 상습침수지역 및 수해취약지역 등 유역권내의 피해 예측과 예방 기능강화가 가능하여 큰 재산/인명 피해를 최소화 할 수 있도록 하였다. 또한, 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 Measurement instrumentation and sensors handbook", CRC press, 1999

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