

GIS와 GPS, 무선 실시간 계측을 연계한 하천관리시스템 개발

하상민* · ○이재응** · 이종국***

1. 서론

최근에 지리정보시스템(Geographical Information System)에 대한 관심이 급속도로 증가하고 이를 이용하여 다양한 분야에서 폭넓은 연구가 진행되고 있다. 지리정보시스템 즉, GIS기법은 다양한 지형자료를 저장, 분석, 합성, 도시할 수 있는 기능을 가지고 있어 공간적인 구성요소를 포함하는 수공학, 수자원분야에 접목되어 많은 학문적 향상을 가져왔다. 하지만 그 동안의 많은 연구는 GIS기법과 수공학, 수자원분야에서의 기존 모형과의 연계를 통해 모형의 실행을 가시적으로 나타내고 시각적인 효과를 증대하는 연구에 많이 치중되어 왔다. 본 연구에서는 기존의 GIS기법에 무선 실시간 계측이라는 신기술을 접목시켜 GIS기법의 장점을 최대화할 수 있는 하천관리시스템을 개발하였다. 여기서 하천관리시스템이란 하천의 특성자료를 무선으로 실시간 계측, network를 통해 수집, 관리하고 하천흐름을 모의하는 GIS시스템과 연계하여 하천흐름의 이상을 신속, 정확하게 파악할 수 있는 시스템을 의미한다.

하천관리시스템 구축을 위한 시범유역으로는 한강의 제1지류인 탄천을 선정하였다. 탄천은 경기도 용인에서 발원하여 서울 송파구와 강남구 사이를 흘러 한강으로 들어가는 한강의 지류로 탄천수계는 정부의 하천정비 기본계획이 수립된 지 십 수년이 경과하여 하천개수사업 및 도시화 추세 등으로 인해 많은 지역적 변화 및 수리·수문 특성의 변화가 발생하였다. 또한 기존의 치수·이수 위주의 하천정비에서 벗어난 하천의 환경적 기능을 증진시키기 위한 환경개선 및 하천 관리 운영의 미비점 보완이 시급한 당면과제로 부각되는 등, 사회적으로도 이슈화되었던 지역이기에 본 연구의 시범유역으로 적절하다고 판단된다.(경기도, 2001)

따라서 본 연구는 무선 실시간 계측시스템과 GIS기법을 연계하여 하천 흐름의 이상을 신속, 정확하게 판단할 수 있는 탄천관리시스템을 개발하고 다른 하천에도 적용될 수 있는 가능성을 제시하였다. 연구에 사용된 소프트웨어는 ESRI사에서 개발된 ArcView 3.2a를 중심으로 사용하였으며, 실시간 계측기는 (주)DATAPCS에서 개발된 PCS를 이용한 무선 실시간 계측기를 사용하였다.

2. 시스템 구성

본 연구에서 개발한 탄천관리시스템은 크게 무선 실시간 계측시스템, 서버 컴퓨터, GIS 시스템

* 아주대학교 공과대학 토목설계공학과 석사과정

** 아주대학교 공과대학 토목설계공학과 조교수

*** (주)DATAPCS 대표이사

의 세 부분으로 나뉜다. 시스템 구성과 운영은 그림 1과 같이 개략적으로 나타낼 수 있다.

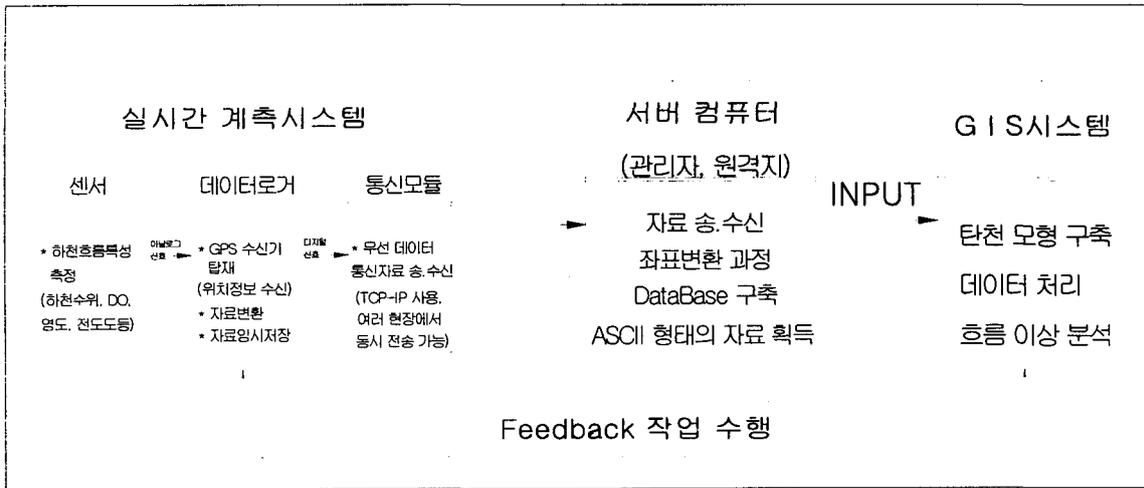


그림 1. 탄천관리시스템의 구성과 운영

그림 1에서 보듯이 본 탄천관리시스템은 현장에서 실시간 계측시스템을 사용하여 하천 흐름 특성들을 측정하면 관측 자료는 중앙에 있는 서버 컴퓨터로 전송이 된다. 자료 계측시 GPS수신기가 탑재되어 있는 데이터로거에서 계측 지점의 위치정보를 수신하며 서버컴퓨터는 센서에서 실시간으로 계측된 자료와 GPS위치정보를 좌표변환 과정을 거쳐 데이터베이스를 구축한다. 자료는 시스템의 최종단계인 GIS시스템에서 요구하는 자료 포맷인 ASCII파일로 지정된 장소에 저장된다. GIS시스템에서는 탄천모형을 구성하였으며, 서버 컴퓨터에서 생성된 자료를 탄천모형에 적용, 분석하는 단계를 거쳐 하천 특성값의 이상치를 발견하면 바로 실시간 계측시스템에 보고하고 원인을 규명할 수 있는 Feedback 작업을 수행한다. 각 시스템의 구축 과정과 운영 방법을 살펴보면 다음과 같다.

2.1 GPS를 탑재한 무선 실시간 계측시스템

무선 실시간 계측시스템의 DO, 전도도, 염도, 수온과 같은 하천의 특성치를 실시간으로 손쉽게 계측할 수 있는 시스템이다. 본 시스템은 하천의 특성치를 계측할 수 있는 YSI센서, 데이터로거, 통신모듈, 전원모듈로 이루어져 있으며 데이터로거에는 PCS수신기와 계측지점의 위치정보를 받아들이는 GPS수신기가 탑재되어 있다. 데이터로거는 현장자료의 획득 및 저장, 그리고 서버 컴퓨터와의 통신 등의 현장 계측의 모든 작업을 지휘하는 싱글보드 컴퓨터로 이루어져 있다. 또한 센서로부터 전송받은 전기적인 신호를 디지털 신호로 변화하여 실제로 컴퓨터 또는 일반인이 알 수 있도록 하며, 센서로부터 받은 전기적인 신호에서 노이즈가 발생하거나 신호의 강도가 약할 경우 필터링과 증폭을 하는 역할을 한다. 그림 2는 본 연구에서 개발된 무선 실시간 계측시스템으로 계측기를 들고 계측하고자 하는 하천 지점에서 측정 버튼을 누르기만 하면 하천의 특성치와 위치정보를 계측할 수 있다. 시스템에 사용된 데이터로거는 TCP-RT300이며 다음과 같은 특징과 기능을 가지고 있다.

- 다양한 방식의 센서 인터페이스를 지원함(digital input 5ch, analog input 16ch)

- 다양한 방식의 통신 방식을 지원함(무선 인터넷 통신, RS232 및 RS485)
- 일반 PC와 direct 통신을 지원함
- GPS 수신기 내장할 수 있어 위치측정과 계측을 동시에 수행할 수 있음
- 무선 인터넷폰 탑재 가능
- 측정 시간 간격 조절가능, 표준시간 동기화 가능
- DC 12V로 가동되어 최소 전력소비로 현장에서 장시간 사용가능

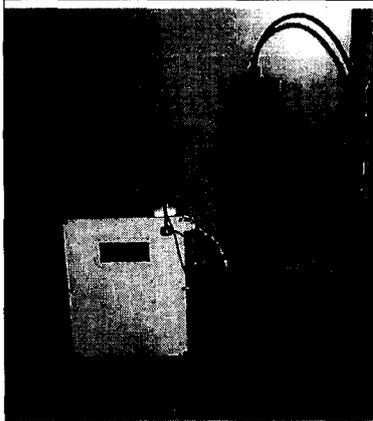


그림 2. 무선 실시간 계측시스템



그림 3. 탄천에서의 실제 관측 모습

TCP-RT300 데이터로거에는 위치정보를 나타내는 GPS수신기가 탑재되어 있기 때문에 지형정보에 위치정보를 나타내어야 하는 GIS기법과의 연계가 가능하다. 본 개발에 사용된 GPS수신기는 다양한 OEM 시스템에 적용하여 사용할 수 있도록 만든 GARMIN GPS 25LP series GPS 센서 보드를 사용하였으며 표준 위치 제공 기능으로 완전한 항법 정확성을 제공한다. 또한 Differential 기능을 채택하여 RTCM 수정으로 5미터 이내의 정확성을 실시간으로 보정이 가능하다.

2.2 서버 컴퓨터

서버 컴퓨터는 IP를 부여받은 중앙 컴퓨터를 말한다. IP 주소를 가지고 있으면 현장 계측자료들을 인터넷 통신 프로토콜인 TCP-IP 프로토콜을 사용하여 지정한 시간 간격마다 자료를 전송받을 수 있다. 자료를 전송 받기 위해서는 고정 IP 주소를 가진 컴퓨터와 자료 송·수신을 위한 소켓프로그램이 필요한 데 Visual Basic으로 짜여진 소켓프로그램에서 실시간 데이터를 수신하는 모습을 그림 4에서 보여주고 있다.(DATAPCS, 특허 제0288738호) 서버 컴퓨터에서는 자료를 송·수신하는 작업 외에도 데이터를 GIS시스템에서 요구하는 포맷으로 변환하는 중요한 작업을 수행한다. 데이터 변환 작업은 GPS수신기에서

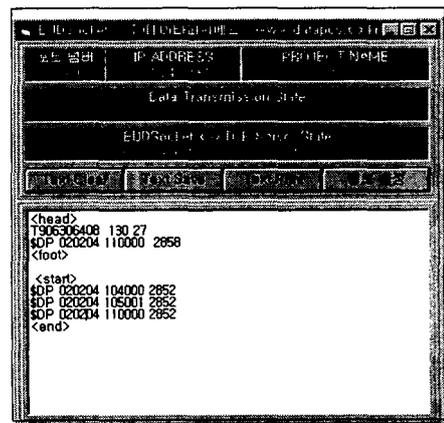


그림 4. 실시간 데이터가 수신되는 소켓프로그램

받은 지점의 위·경도 데이터를 X,Y좌표 체계의 TM좌표로 변환하여 Arcview GIS에서 적용 가능하도록 하며, GIS시스템에서 요구하는 텍스트 포맷의 데이터로 변환하는 작업이다.

2.3 GIS 시스템

GIS는 컴퓨터를 기반으로 한 지리정보의 효율적 생성과 저장, 분석을 위한 시스템을 의미한다. 지리정보는 도형정보와 속성정보의 두 가지로 구분된다. 도형정보는 공간객체의 형상을 2차원의 공간좌표 XY 혹은 3차원 공간좌표 XYZ으로 표현하여 시각적인 판단의 근거를 제공하고 속성정보는 도형정보와 같이 시각적인 형태를 갖지는 않으나 지리적 객체와 연관된 다양한 관련 정보를 나타낸다. 도형정보와 속성정보는 공간상에 존재하는 모든 객체에 의하여 발생되는 정보이므로 통칭하여 공간정보라 부르는데 GIS시스템에서는 공간정보의 구축이 시스템구성의 핵심이다.(김계현, 1998) 본 연구에서 구축한 GIS시스템은 탄천유역의 도형정보와 속성정보를 구축하고 이를 데스크탑 GIS Tool인 ESRI사의 Arcview GIS 3.2를 이용하여 최종적인 탄천 GIS시스템을 완성하였다. 탄천 GIS시스템은 탄천본류와 여러 지류, 탄천 유역도, 한강을 나타내는 도형정보와 각각의 도형정보와 매치되는 하천명과 같은 속성정보로 구성되어 있다. 시스템 구축을 위해 탄천유역을 커버하는 축척 1:25000의 수치지도와 수자원 관리 종합 정보시스템(WAMIS)에서 제공한 수자원 단위지도를 사용하였으며 그림 5에 완성된 탄천 GIS시스템을 제시하였다.

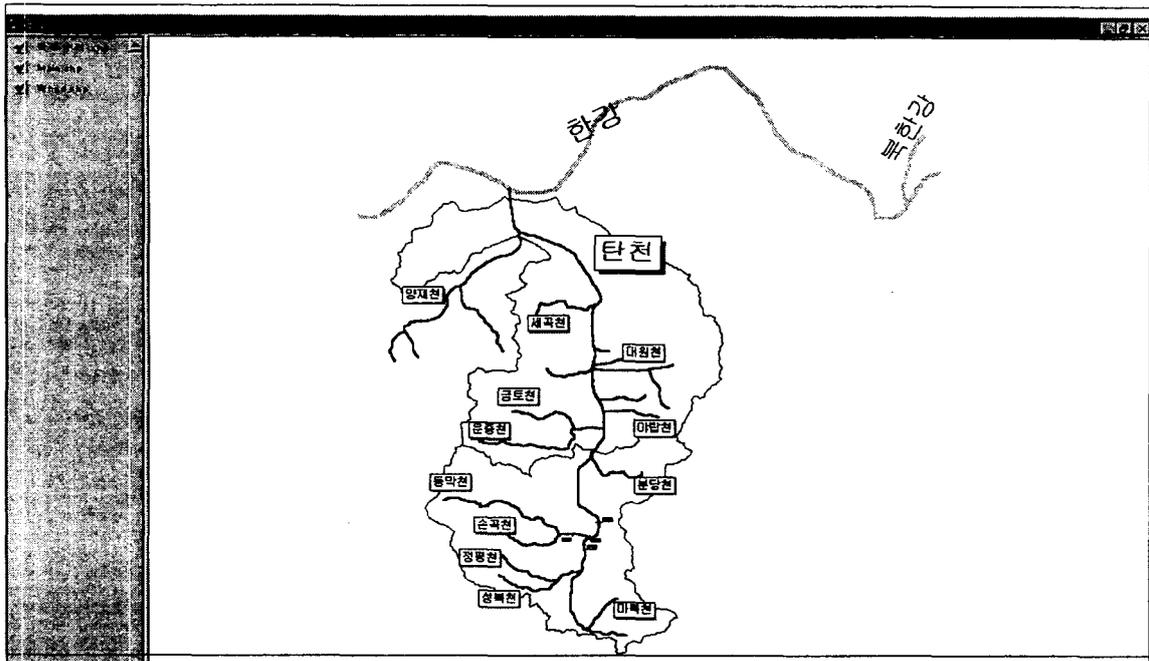


그림 5. 탄천 GIS 시스템

본 GIS시스템에서는 Avenue를 사용하여 실시간 계측시스템에서 계측된 데이터를 분석, 처리하기 위한 스크립트를 구성하였다.(1998a,b, ESRI) Avenue는 Arcview GIS의 매크로 언어로서 사용자가 원하는 기능을 쉽게 수행할 수 있고, 프로그램의 기능을 추가하거나 삭제하여 특정 업무에 맞는 활용 프로그램 개발을 용이하게 한다. 본 개발에서는 아래와 같은 세 가지 기능의 Avenue 스크립트를 개발한 후 이를 프로그램 상에서 실행하기 위하여 세 개의 아이콘을 생성하였다.

- (1) RUN : 실시간 계측시스템에서 계측된 데이터의 위치정보를 GIS시스템 상에 정확히 나타낼 수 있도록 한다.
- (2) NUMBERING : 계측된 여러 데이터들의 계측 순서를 정확히 체크하여 순서대로 일련의 번호를 부여하는 작업을 수행한다.
- (3) CHART : 계측된 하천 특성값들을 한눈에 파악하여 이상 유무를 판단할 수 있는 그래프를 생성한다.

3. 적용 결과

본 연구에서 개발된 하천관리시스템을 탄천 유역에 적용해 보았다. 실시간 계측시스템을 직접 휴대하여 도보와 차량으로 하천을 따라 이동을 하면서 총 7개 지점에서 계측을 하였다. 한번의 계측이 끝나면 자료가 구축하고자 하는 형식으로 서버 컴퓨터에 실시간으로 축적되었으며 최종적으로 7개 지점에서의 데이터가 표 1과 같이 구성되었다.

표 1. 계측결과 생성된 데이터 파일

DATE	TIME	X좌표	Y좌표	수온	전도도	염도	DO(%)	DO(mg/l)	PCS강도	전압
020226	161213	426739.53211	209839.28950	11.56	-	-	-	-	-	-
020226	164810	427519.84921	210674.95482	12.68	-	-	-	-	-	-
020226	170003	429118.70424	209511.86549	13.75	-	-	-	-	-	-
020226	170308	429768.15872	209511.13776	9.96	-	-	-	-	-	-
020226	172917	435536.88861	210320.78480	8.92	-	-	-	-	-	-
020226	180000	445913.10932	205960.62374	12.07	-	-	-	-	-	-
020226	180110	445910.50299	205936.60798	12.39	-	-	-	-	-	-

이렇게 생성이 된 데이터를 탄천 GIS시스템에 적용하여 실행, 분석하였으며, 그 과정을 그림 6에 나타내었다. 단, 그림 6에서 측정자료들은 아직 계측기기의 정확한 보정이 수행되지 않은 상태이다.

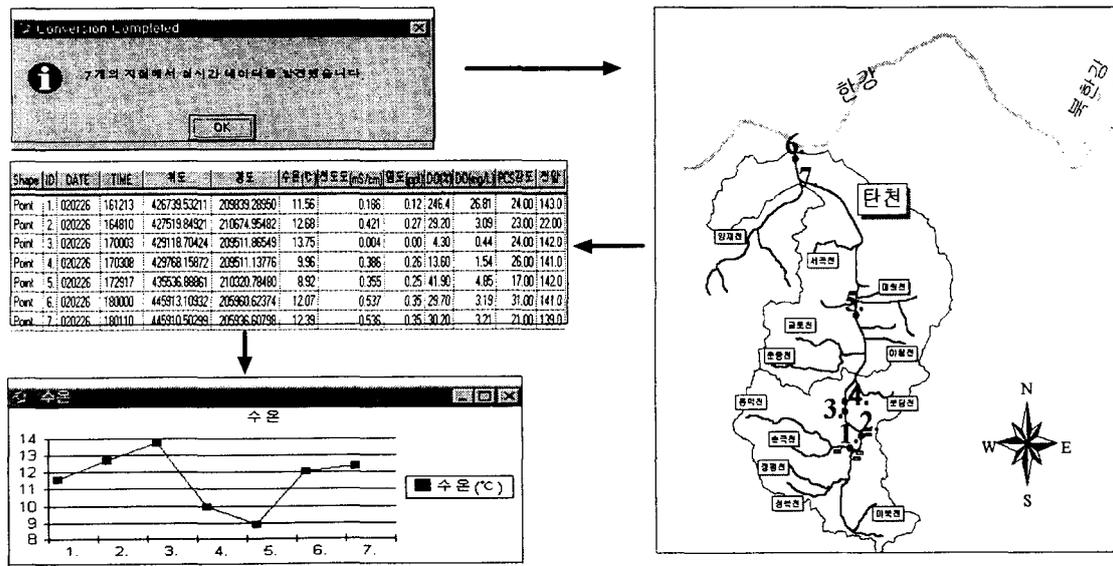


그림 6. 탄천 관리시스템의 모의 결과

4. 결론 및 고찰

본 연구에서 개발된 탄천관리시스템은 하천의 특성자료들을 실시간으로 계측하고 컴퓨터로 전송, GIS환경에서 분석하고 모니터링할 수 있는 시스템이다. 본 시스템은 실시간 측정과 모니터링이 가능해져 정확하고 신속한 하천 분석이 가능하므로 하천의 문제점을 언제든지 발견, 해결책을 모색할 수 있는 가능성을 제시하였기에 이러한 기술을 좀 더 보완하고 지속적인 연구가 뒷받침된다면 하천의 효율적 관리가 가능해지리라 판단된다.

앞으로의 과제는 탄천이 아닌 또다른 소하천에 본 시스템을 적용해보고 한강이나 금강과 같은 대하천에서의 적용 가능성을 모의하는 것이다.

5. 참고문헌

1. 김계현(1998), GIS개론, 대영사.
2. 경기도(2001), 탄천수계 하천정비 기본계획.
3. DATAPCS(2001), 무선데이터 통신을 이용한 실시간 현장계측, 특허 제0288738호
4. ESRI(1998a), Introduction to Arcview GIS.
5. ESRI(1998b), Programming with Avenue.