

실시간 유비쿼터스 하천정보 모니터링 시스템의 개발

Development of Realtime Ubiquitous River Monitoring System

장복진*, 이종국**, 여운광 ***

Bok Jin Jang, Jong Kook Lee, Woon Kwang Yeo

Abstract

This study is about the development of measurement system using ubiquitous wireless communication for river flow monitoring. The system can acquire water depth, quality (temperature, pH, conductivity, turbidity etc.) while a GPS module for getting the location data of measurement points. Also this system is able to acquire the field data via RF connection and can be controlled same time. The acquired data is transmitted to a gateway system from the remote buoy using Zigbee wireless connection. And the gateway system is able to monitor the data through GIS monitoring tool. Finally the data are transmitted to a server computer using CDMA wireless connection by gateway system. The D/B of server computer are constructed automatically and monitored the project web site. The resulting system can be used for scour monitoring, environment monitoring and the other monitoring purposes such as a river flow monitoring system.

Key words: Ubiquitous, River flow monitoring, River buoy, Monitoring tool

요 지

본 연구는 하천유황 모니터링을 위하여 유비쿼터스 기반의 무선통신기술 인프라를 이용하여 개발한 하천 정보 수집용 계측시스템에 관한 것이다. 이 시스템은 사용자에게 의하여 자유이동하면서 하천의 수심, 수질 및 유속(유량)을 실시간으로 관측 및 모니터링 할 수 있도록 하였다. 개발된 하천부이 시스템은 하천의 수위, 수질(수온, pH, 탁도, 전도도 등) 자료를 획득함과 동시에 획득 장소의 위치정보를 획득할 수 있도록 GPS 모듈을 추가하였다. 또한 이 하천부이는 무선RF 조정이 가능하여 원하는 위치에서의 정보를 손쉽게 획득할 수 있도록 하였다. 획득된 자료는 자료 중계기(Gateway system)의 Zigbee 무선통신을 이용하여 전송하게 하였으며, GIS 모니터링 툴을 이용하여 자료를 확인하고, 확인된 자료는 CDMA 원거리 무선통신을 이용하여 서버컴퓨터로 전송할 수 있게 하였다. 서버컴퓨터에 전송된 하천의 정보는 DB 자동구축과 함께 웹기반의 실시간 모니터링이 가능하도록 하였다. 연구개발 결과는 독립적인 하천정보 모니터링 시스템으로 활용 가능할 뿐만 아니라 하천교량 세굴과 그 밖의 호수 및 해양 환경 모니터링 시스템 등으로 국내외에 많은 분야에 활용될 수 있을 것으로 판단된다.

핵심용어 : 유비쿼터스, 하천정보 모니터링, 하천부이, 모니터링 툴

* 정희원 · 명지대학교 토목공학과 박사과정, (주)데이터피씨에스 과장 · E-mail : bjjang@datapcs.co.kr

** 정희원 · (주)데이터피씨에스 대표이사 · E-mail : jklee@datapcs.co.kr

*** 정희원 · 명지대학교 토목공학과 교수 · E-mail : yeo@mju.ac.kr

1. 서론

우리나라에 공급되고 있는 수자원의 대부분은 하천수나 호소(댐)수의 형태로 존재하고 있으며 이 중 하천수를 통한 공급수량은 총 공급수량의 약 54%이상으로서 국내 수자원의 중요한 공급원이 되고 있다. 따라서 하천수자원에 대한 합리적이고 효율적인 관리가 절대적으로 필요하며, 이러한 수자원의 관리를 위해서는 하천수자원에 대한 정확하고 신속한 현장자료를 획득하여 제공하는 것이 가장 필수적이며 근본적인 사안이라고 할 수 있다. 이를 위해서는 현장의 물리량을 정확하게 측정할 수 있는 센서와 데이터로거 등의 현장 계측 기기가 필요하며 통신기기를 갖추고 있어 실시간 자동측정이 가능한 시스템이 필요하다.

본 연구는 이와 같은 하천수자원의 관리를 위한 기초자료인 하천의 유량과 유향 및 기타 환경 변화를 계측 및 실시간 모니터링 할 수 있는 국산 시스템을 개발하는 연구로서, 더욱 정확하고 신뢰도 높은 하천유향 자료를 획득하고자 유비쿼터스 기술이라고 하는 차세대 IT 기술을 응용하여 개발하였다. 하천유향 모니터링 시스템에 유비쿼터스 관련 기술을 응용하고자 하는 것은 다음과 같은 현재의 하천유향 모니터링 시스템의 기술적 제한을 개선하기 위함이다.

첫 번째로 현재 하천의 일부 선택된 지점에서 하천유향 자료를 획득하여 하천전체의 대표값으로 활용하고 있는데, 이와 같은 방법으로는 효율적인 하천수자원의 관리와 운영에 필수적인 정밀한 하천유향정보를 기대하기 어렵다. 이러한 단점을 조금이라도 해소하기 위하여 원격조정을 통한 자유이동이 가능하도록 하천부이를 개발하였다. 둘째, 통신으로 인한 효율성과 경제성을 개선하기 위하여 현장 시스템간의 자료송수신을 통신비가 무료인 Zigbee 통신을 이용하고 서버시스템으로 자료전송은 CDMA 무선 데이터망을 이용함으로써 저렴한 비용으로 모니터링을 운영할 수 있도록 하였다. 셋째, 하천유향 계측 자료를 웹기반으로 관리하고 제공하는 시스템으로서 사용자 또는 자료의 수요자가 쉽게 하천유향 자료에 접근하고, 필요한 자료를 추출 및 표현하는데 보다 효율적이고 경제적이도록 개선하였다. 마지막으로 본 연구에서는 수자원의 지속적 확보기술 개발 연구를 통해 현재의 수문계측시스템의 여러 가지 한계를 극복하는 유비쿼터스 환경의 미래지향적인 국산 하천유향 모니터링 시스템을 개발하였다. 이 시스템은 하천유량, 수질 및 수심 등의 자료를 획득하는데 그간 이용해 왔던 기존의 외산 제품을 향후 대신할 수 있어 외화절감 및 유지관리 비용을 절감할 수 있을 것으로 예상된다. 또한 획득된 자료의 활용도를 극대화하여 각 산업에서 많은 시간과 비용을 절감할 수 있을 것으로 판단된다.

2. 유비쿼터스 하천정보 모니터링 시스템

2.1 개념설계

개발된 시스템은 Zigbee 무선통신을 이용하여 현장에서 하천부이와 자료중계기와의 네트워크를 구성하고 자료중계기에서는 CDMA 무선통신기술을 이용하여 서버 및 인터넷 서비스를 구현하여 하천의 특성을 보다 효율적이고 손쉽게 모니터링 할 수 있도록 하였다. 우선 현장의 하천부이는 원하는 곳으로 이동시켜 계측을 수행하거나 회수 할 수 있는 부분도 고려하여 센서와 추진제어장치를 내장하였으며 무선RF통신을 통한 무선조정이 가능하게 하였다. 그리하여 사용자의 명령에 의해 특정한 장소로 이동하거나 이동 중에 자료를 측정하게 하였다. 하천부이에는 하천의 수위, 수질(수온, pH, 탁도, 전도도 등) 자료를 획득함과 동시에 획득 장소의 위치정보를 획득할 수 있도록 GPS 모듈을 추가하였다. 또한 이 하천부이는 무선RF 조정이 가능하여 원하는 위치에서의 정보를 손쉽게 획득할 수 있도록 하였다. 획득된 자료는 자료중계기로 Zigbee 무선통신을 이용하여 전송하게 되는데, 자료중계기는 GIS 모니터링 툴을 이용하여 자료를 확인하고, 확인된 자료는 CDMA 원거리 무선통신을 이용하여 서버컴퓨터로 전송할 수 있게 개발하였다. 서버컴퓨터에 전송된 하천의 수위, 수질 및 위치 정보는 DB 자동구축과 함께 GIS 기반의 웹 서비스가 가능하도록 시범적인 웹 사이트를 구축하였다.



그림 1. 유비쿼터스 하천부이 시스템의 개념도

2.2 외형 설계와 제작

하천부이의 외형은 물의 흐름의 저항을 줄이기 위해 보조날개를 장착한 배의 모형으로 하며 양쪽 보조날개에는 센서 및 데이터로거에 전원을 공급하기 위한 12V, 7Ah의 배터리를 내장하도록 하였다. 보조날개의 전원은 중앙에 있는 컨트롤러로 공급되며 이 전원은 필요시 컨트롤러를 통해 부이에 장착된 센서로 분배된다. 컨트롤러는 부이의 중앙부분에 장착되며 외부와의 통신이 필요한 센서나 장비는 상단부의 내장하게 된다. 즉 GPS나 Zigbee 통신모뎀(안테나)는 이곳에 위치하게 된다. 부이 중앙부분의 끝부분에는 부이를 움직일 수 있는 추진시스템이 위치하게 되고, 조정부에서 부이의 제어를 위해 RF 시그널을 전송했을 때 이를 받아서 서보모터와 부이의 조정기를 움직여 줄 수 있는 RF 수신기와 추진력을 발생시키는 모터, 전원을 공급해주는 배터리가 장착된다. 또한 부이 중앙부분의 앞단에는 초음파 거리 측정기나 ADCP 유량센서를 내장할 수 있는 마운트 프레임이 위치하게 된다. 이 마운트 프레임은 사용 목적에 따라 센서를 교체할 수 있는 형태로 제작된다. 또한 부이 중앙부분의 바닥에는 수질센서를 장착할 수 있는 마운트 프레임이 제작된다. 이처럼 센서를 손쉽게 탈 부착할 수 있도록 하였다(그림 2).

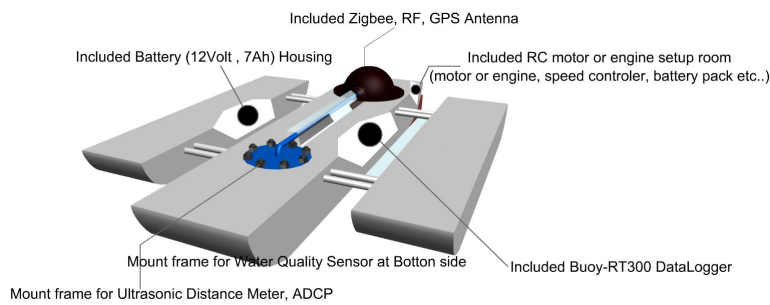


그림 2. 유비쿼터스 하천부이의 구성도

하천부이의 외형은 보트 모형을 기본으로 하고 보트 상부와 하부를 분리시켜 보트하부내의 공간을 활용하도록 하였다. 또한 보트 상·하부방수 문제를 최대한 고려하였고 각각의 추가 하드웨어 위치를 효과적으로 배치하여 설계에 반영하였다. 전체도면은 다시 추진 장치, 보트 덮개, 보트 하부, 데이터로거실 커버, 케이블 보호덮개, 데이터로거실 커버 후랜지, 보트 덮개 후랜지, UDM200 센서 커플링 및 상세도면으로 나누어 구체적인 설계도면을 작성하여 제작하도록 하였다(그림 3). 추진 장치의 설계는 여러 대의 모터를 사용하여 부이의 추진력을 충분하게 하였고, 각 기능별 부품선정과 그에 따른 부품을 자체제작 할 수 있도록 하였다. 또한

변속기를 이용하여 속도 조절능력을 부여하고 방향타(Rudder)를 이용한 방향전환 및 연결부위 방수 설계에 중점을 두고 실시하였다(그림 3).

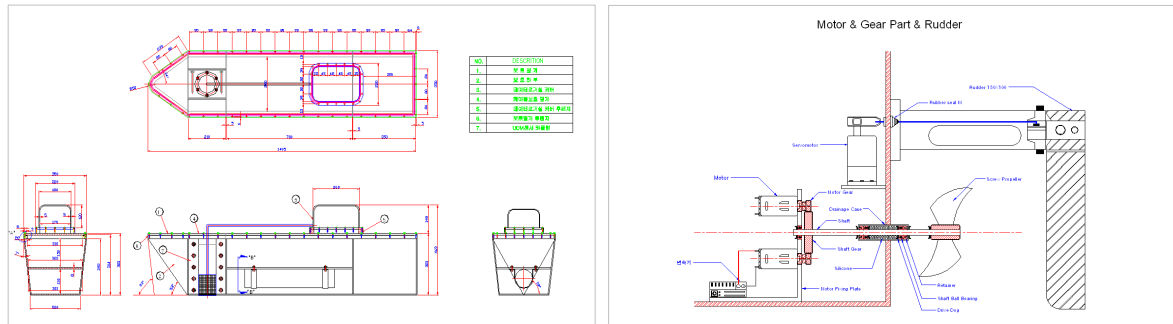


그림 3. 유비쿼터스 하천부이의 외형설계(좌)와 추진부 설계도면(우)

보트 하부의 경우 계측요소별 계측센서의 고정하는 부분으로써 각 센서의 최적 고정을 위한 고정 플렌지 등을 이용하였고, 특히 UDM200(수심센서)의 경우 유량측정을 위한 ADCP 등의 유속(유량)센서와 호환 설치가 가능하도록 설계에 반영하였다.

하천부이 시스템은 위에서 이미 설명한 설계 도면에 따라 그림 4와 같이 제작되었다. 상부에는 케이블 보호용 덮개와 데이터로거(컨트롤러)실이 있으며 방수 처리된 보트덮개로 구성하였다. 보트하부에는 추진 장치와 배터리 그리고 센서 등이 설치되며 양쪽 옆에는 보조 부력통을 높이가 조절할 수 있도록 제작하였다. 그림 4의 우측 상부그림은 하천부이를 뒤집어 바닥을 찍은 사진으로서 선두부에 수심계측용 UDM200센서 또는 Argonaut Series 유속(유량)센서와 중앙에 수질센서인 YSI6600센서를 고정하도록 하였다. 우측 하부그림은 부이의 진행방향을 조절할 수 있는 방향타와 프로펠러의 방수 처리된 외부 모습이다.

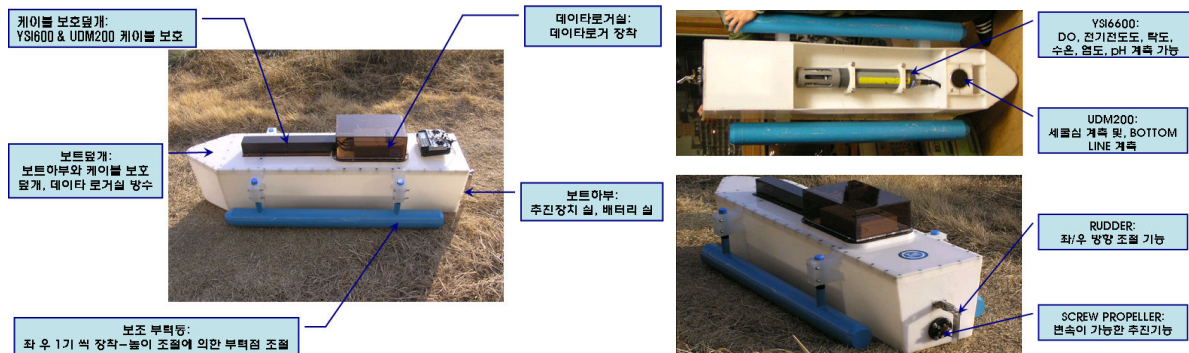


그림 4. 유비쿼터스 하천부이의 시제품

2.3 자료 중계기(Gateway System)의 개발

컨트롤러의 제작은 Zigbee 근거리 무선 통신 기술을 기반으로 자료를 전송하기 위한 목적으로 제작되었다. 컨트롤러의 기본 메인보드는 무선 인터넷이 가능한 데이터로거를 이용하였고, 여기에 Zigbee 모듈 및 GPS 등의 모듈 인터페이스와 기타 응용기술이 접목하여 데이터의 샘플링, 다운로드, 및 서버 전송 등 총괄적인 작업을 수행한다. GPS 모듈은 측정 구역 내 정확한 위치좌표와 이동경로 획득하기 위한 목적으로 추가하였으며, Zigbee 모듈은 근거리 무선통신 기술로 2.4GHz대의 주파수를 사용하며 최대 1.2km 까지 통신가능한 장비로서 획득된 자료 및 정보를 서버로 전송하는 역할을 수행하였다. 기타 DC 전원을 이용하는 시스템에 필요한 모듈로 안정적인 전원 공급과 쇼트와 같은 외부의 충격에 의한 센서의 파손을 방지하기 위해 전원

모듈을 메인보드에 연결하였다(그림 5). 센서연결부분은 그림 5와 같이 MS 커넥터를 이용하여 현장에서 컨트롤러에 뚜껑을 열어 직접 메인보드에 센서를 연결하는 불편함을 덜고 습기가 많은 하천에서 이용하는 만큼 방늑과 생활방수가 가능한 알루미늄 재질의 것을 사용하였다.

컨트롤러의 운영프로그램은 BASIC 인터프리터를 마이크로 컨트롤러 내에 내장하여 보다 쉽게 프로그래밍이 가능하도록 한 PICBASIC을 이용하고, 컨트롤러에서 Zigbee, 각 센서 컨트롤, GPS 모듈 조정 및 자료 중계기와의 전송 등을 위한 프로그래밍을 그림 5의 왼쪽 그림과 같이 구현하였다.

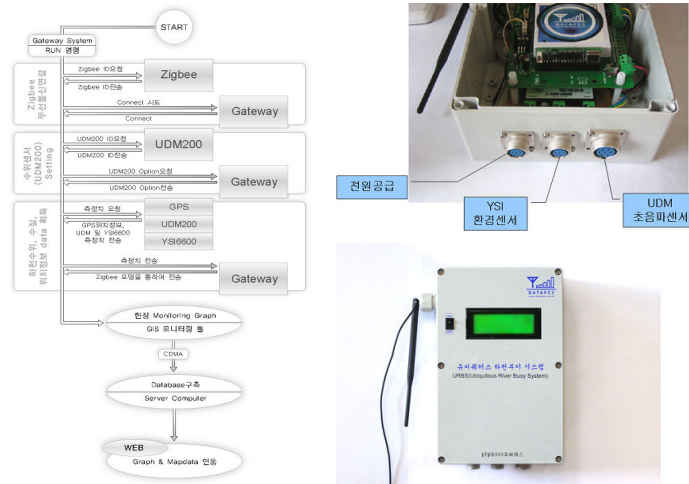


그림 5. 컨트롤러 소프트웨어 로직(좌)과 하드웨어(우)

유비쿼터스 하천부이시스템은 측정된 데이터를 Zigbee 무선 모뎀을 이용하여 자료 중계기로 전송한다. Gateway System은 수신 받은 데이터를 저장하고, 처리한 후 사용자에게 편리한 그래프 형식으로 데이터를 제공해야 한다. 또한 필요할 경우엔 측정된 현장의 데이터를 서버 시스템으로 전송하여 웹을 통하여 제공할 수 있는 기능을 내재해야 한다. 이러한 기능적인 설계 목표를 구현하기 위하여 그림 6과 같이 설계로직을 정립하여 개발하였다.

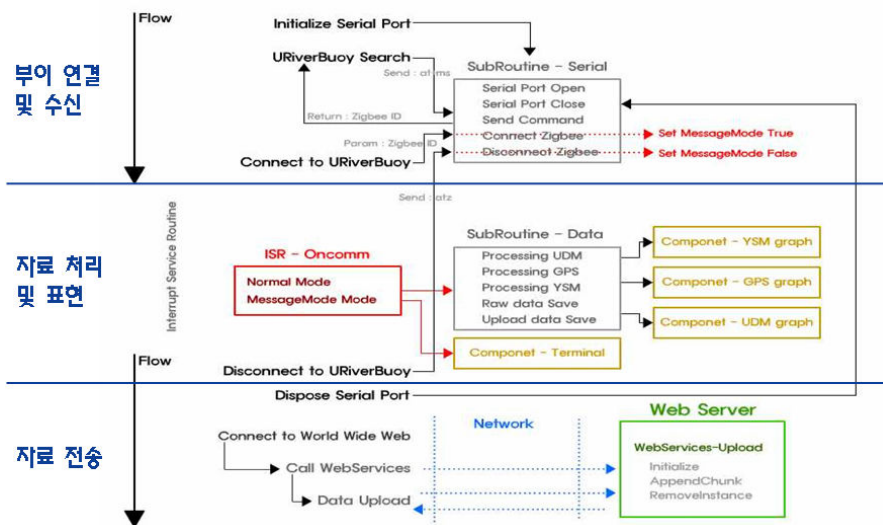


그림 6. Gateway System Design Logic

현장에서 Zigbee 모뎀을 통하여 자료를 전송받는 Gateway System의 자료 수신 및 모니터링 프로그램의

기본 인터페이스는 총 13개의 패널로 구성하였다. 이는 정보를 설정하거나 확인 할 수 있도록 구성되어 있으며 전체적인 모습은 아래 그림 7과 같다. Gateway System은 [설정]과 [Terminal] 주 메뉴를 가지고 있다. [설정]은 Gateway System의 운영에 필요한 값을, [Terminal]은 RS232 통신에 관련된 항목을 제공한다. 특히 [Terminal]은 [Settings],[Disconnect],[Clear]의 3개의 서브 메뉴를 가지고 있다.

그 주요 인터페이스를 간단히 살펴보면, Zigbee 검색 및 연결 Panel 패널, 관측 시간 Panel, Processing Information Panel, Buoy Location Tracking Panel (부이가 위치한 지점의 경·위도를 제공), Bottom Survey Panel(바닥까지의 거리를 표시), Water Quality - I, II Panel(수질 표시), Data Terminal Panel, Connect World Wide Web Panel(CDMA 모뎀을 인터넷에 접속해 주는 부분), 자료 재생 Panel(획득 자료의 재확인), 파일 전송 Panel 및 데이터 저장 경로 Panel로 구성되어 있다.

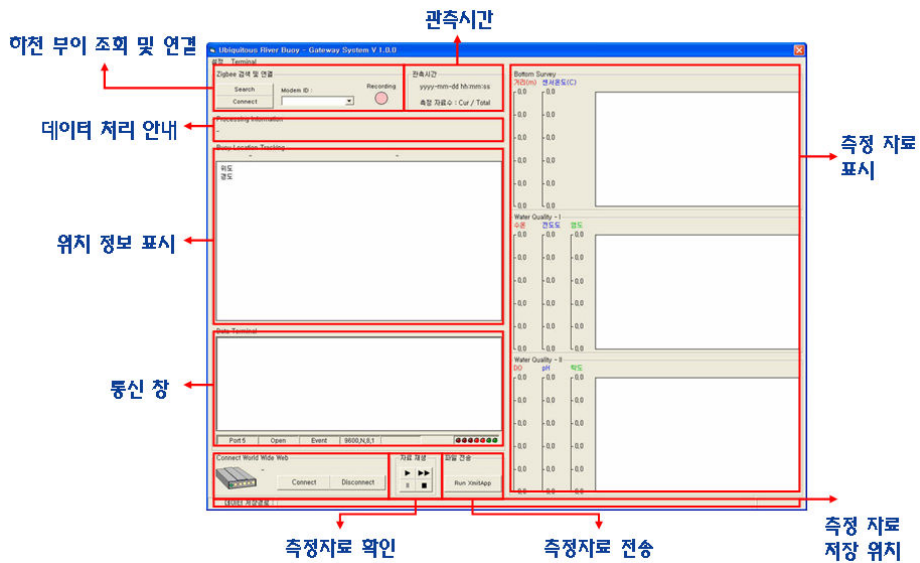


그림 7. Gateway System Interface

2.4 Demo Web 구축 및 실내의 테스트

2.3절의 자료 중계기는 자료획득과 함께 CDMA 무선인터넷 통신을 이용하여 서버에 전송할 수 있게 하였으며, 이를 통해 인터넷에서 획득한 현장자료를 모니터링 할 수 있도록 데모용 웹 사이트를 구축하였다. 이 사이트는 실용성과 디자인을 고려한 그래픽을 설계하고 D/B이용 관련 구축 및 설계를 이용하여 현장 자료를 보여줄 수 있도록 하였다. 그림 8의 왼쪽 그림은 효과적인 하천유황 정보를 제공하는 Demo Web 페이지 구축을 위한 GUI(Graphic User Interface) 설계로서 Demo Web의 각 레이어의 구성과 각 콘텐츠의 간략한 기능을 설명하고 있다. Demo Web은 디지털 맵 레이어, 검색 레이어, 데이터 테이블 레이어, 모니터링 차트 레이어 I, II 로 구성하여 모니터링 자료를 최대한 사실감 있고 효율적으로 표현 할 수 있도록 하였다.

본 연구에서는 완성된 시제품을 실내외에서 검증하는 수준의 테스트까지 이루어졌으며, 향후 추가적인 검증 및 실무 활용 시험을 계속할 예정이다. 기본적인 기능을 검증한 실내외 실험은 경기도 성남시의 탄천 지류에서 1차적으로 수행하여 유비쿼터스 하천부이의 운전과 각 소프트웨어의 작동을 성공적으로 확인 한 후 잠실에 있는 한강 선착장 주변에서 2차 현장 실험을 실시하였다. 한강에서의 실험 결과 한강에서의 수심, 유량, 수질(수온, 전도도, 탁도, Ph 등) 및 관측위치 좌표를 성공적으로 획득할 수 있었다(그림 9).

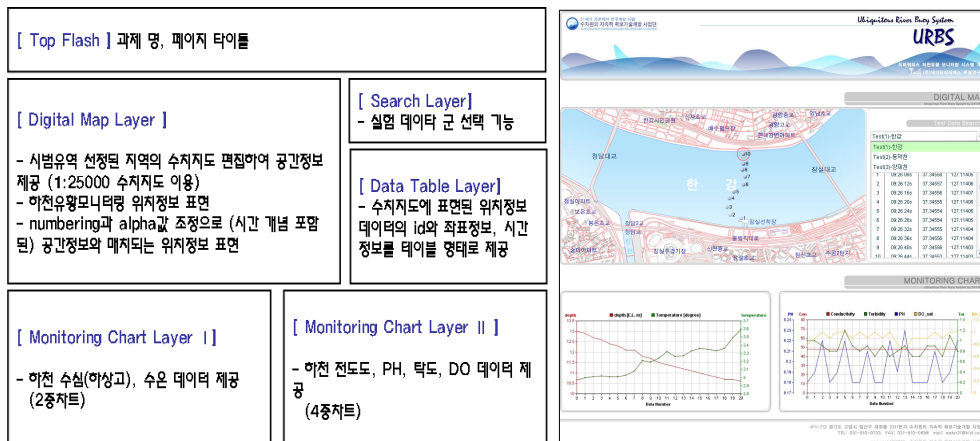


그림 8. Demo Web 페이지 GUI 설계(좌)와 구축된 페이지(우:
<http://www.datapcs.co.kr/project/frontier/URBS/>)

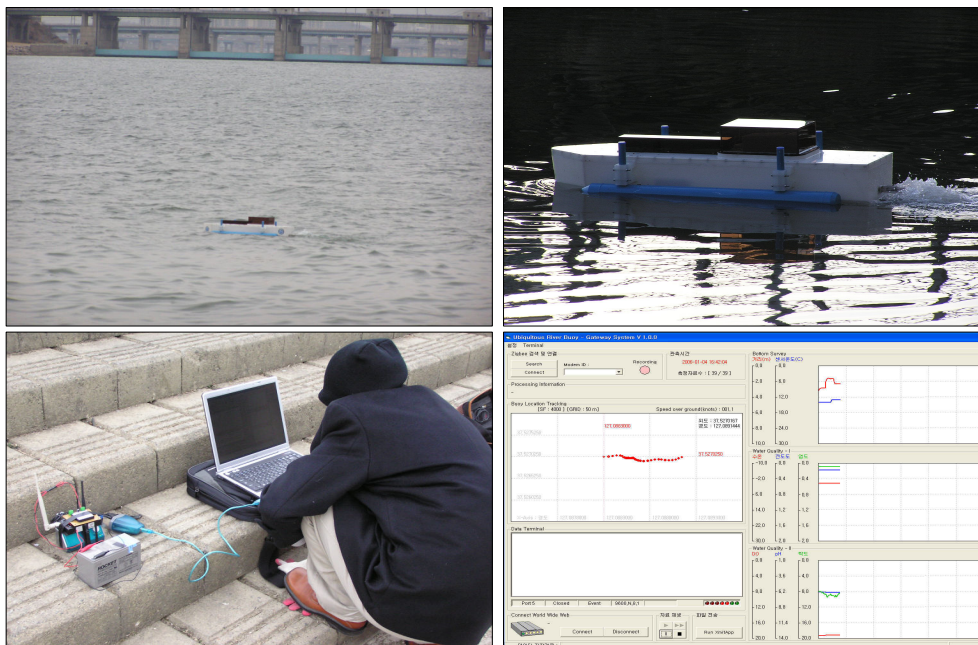


그림 9. 탄천과 한강에서의 현장 테스트

3. 결론 및 향후과제

국내에서는 좁은 시장성으로 인하여 지금까지 하천정보 관련 모니터링 기술에 있어서 국내의 자동화된 계측기기 및 시스템은 거의 찾아볼 수 없었으나, 수자원의 지속적 확보기술 개발사업을 통하여 국내 수리, 수문 현장 모니터링 분야의 기술을 국산화, 자동화 및 선진화하려는 노력이 이루어졌다. 이러한 성과 중 하나로 본 연구에서 개발된 시스템은 국내 하천정보 획득용 계측기기의 국산화와 고품질의 하천정보를 획득할 수 있다는데 가장 큰 의미가 있다고 할 수 있다.

본 연구에서는 하천의 수심, 유량, 수질(수온, 전도도, 탁도, Ph 등), 관측위치 등을 이동하면서 자유롭게 모니터링 할 수 있는 하천부이 시스템을 개발하였다. 이 시스템에서 하천부이는 각 센서로부터 물리량을 획득하고 획득된 물리량은 Zigbee 무선통신을 이용하여 하천부이를 조정하는 사용자에게 무선 전송하도록 개발하였다. 현장에서 자료를 획득하는 자료 중계기는 현장에서 모니터링 틀을 사용하여 실시간으로 현장 모니터

링 결과를 확인할 수 있을 뿐 아니라 획득된 자료를 CDMA 무선통신을 이용하여 원거리에 있는 서버 컴퓨터로 전송할 있다. 또한 서버로 전송된 자료는 일련의 과정을 거쳐 데이터베이스를 구축하고 이를 기반으로 웹을 통해 자료를 모니터링 할 수 있도록 데모용 모니터링 웹을 구축하였다.

연구개발 결과는 향후 제품화를 위한 실험과 개선연구를 통하여 독립적인 하천정보 모니터링 시스템으로 실무에서 활용 가능할 뿐 만 아니라 하천교량 세굴과 그 밖의 호수 및 해양 환경 모니터링 시스템 등으로 국내외에 많은 분야에 활용될 수 있을 것으로 판단된다.

감사의 글

본 연구는 21세기 프론티어 연구개발사업인 수자원의 지속적 확보기술개발사업단의 연구비지원(과제번호 1-1-2)에 의해 수행되었습니다.

참고 문헌

1. 건설교통부 한강통제소(2001). 수문관측효율성 제고 방안연구 보고서
2. 아라카와 히로키, 하다가 쇼지(2003) 손에 잡히는 유비쿼터스, 전자신문사
3. 건설교통부 수자원국 하천관리과(2004). 수문관측매뉴얼
4. 장복진, 이종국, 여운광(2005). 유비쿼터스 기술을 이용한 수문계측 시스템 : 블루투스를 이용한 하천유속 측정용 부자의 개발, 대한토목학회 2005년도 정기 학술대회 논문집, pp. 838~842
5. 이종국 등(2006). 유비쿼터스 하천유황 모니터링 시스템 개발 2차년도 요약보고서, 수자원의 지속적 확보기술 개발 사업단