

IT 기술을 이용한 실시간 유량측정 기술



이종국 >>

(주)데이터피씨에스 대표이사
jkleee@datapcs.co.kr

1. 머리말

UN이 물부족 국가군으로 분류한 우리나라의 2001년도 수자원 장기종합계획 보고서에 의하면 2011년도에 30년 빈도의 가뭄이 발생할 경우 11억 톤의 물이 부족할 것으로 예상하였다. 따라서 과학기술부와 건설교통부는 이 상황에 대처하고자 2001년부터 10년간 약 1000억의 연구비를 투입하여 신규 가용 수자원 30억 톤을 확보하기 위하여 수자원의 지속적 확보기술개발 프론티어 연구사업을 시행하고 있다(김승, 2001).

프론티어 연구사업과 같이 정부주도의 대규모 연구사업을 효과적으로 추진하기 위해서는 그 결과를 정량적으로 판단할 수 있는 신뢰성 있는 수문자료가 필수적이며 수자원과 관련된 다른 국책사업들도 성공적인 사업을 위해서는 정확한 수자원량의 파악이 선행되어야 한다. 따라서 건설교통부는 전체 수자원량의 정확한 파악을 목적으로 2010년까지 하천유량 측정수를 총 293개소로 확충하고 240억 원의 예산을 들여 실시간 유량 측정지점 30개소를 신설하며 5개년에 걸쳐 총 1,382억 원의 예산을 투입하는 수문조사 선진화 5개년 계획을 발표하였다(허철, 2005).

이 계획의 핵심은 실시간 하천유량측정 시설을 신설하는 것으로서 투자액으로 보면 2005년부터 8, 16, 24, 64, 64, 64 억 등이 실시간 측정시설에 투입

되고 유량측정 장비에는 0, 84, 20, 20, 22, 20 억 등이 투입될 예정이다. 이 실시간 하천유량 측정사업의 성공을 위해서는 하천유량을 측정할 수 있는 유량측정 기술개발과 함께 실시간 시스템의 구축 및 운영방안에 대한 기술개발도 동시에 모색되어야 한다. 따라서 2010년도에 완료될 사업은 성공적인 결과를 위해서는 현재의 가용한 기술에 국한하기보다는 미래 지향적인 기술을 수용하면서 전체 시스템이 구축되어야 한다.

미래지향적인 실시간 유량측정 시스템 구축을 위하여 본 고에서는 먼저 실시간 유량측정 필요성을 살펴본다. 다음은 실시간 유량측정을 위한 센서기술, 실시간 통신을 위한 첨단 IT 통신기술, 측정된 자료의 부가가치를 극대화하기 유비쿼터스 웹서비스 기술에 대해서 살펴본 후, 마지막으로 이 모든 구성요소를 엮어서 완성한 유비쿼터스 실시간 유량측정 시스템을 제안하고자 한다.

2. 실시간 유량측정 필요성

수자원량의 파악을 위한 기초자료는 하천의 유량자료로서 일반적으로 하천의 평균단면에 평균유속을 곱하여 계산된다. 평균단면의 변화가 적은 것으로 가정할 경우 하천유량은 평균유속에 지배되므로 일반적으로 유량측정이란 하천의 단면평균유속을 획득하는 것을 의미한다. 실시간적으로 하천 유량정보를 구하기 위해서는 하천의 평균유속을 실시간으로 얻을 수 있는 방법이 필요하다. 그러나 하천의 유속을 실시간으로 획득할 수 있는 방법 및 기술적인 문제점으로 인하여 정확한 평균유속을 획득하기가 어려웠다. 그러나

점차적으로 실시간 유량정보에 대한 요구가 늘어남에 따라 실시간 유량정보를 얻기 위한 노력과 기술개발이 활발해 지고 있어 수자원 관리 선진국에서는 이미 10여 년 전부터 실시간 유량을 측정하기 위한 다양한 유량센서와 시스템이 개발되어 사용되고 있다.

실시간 유량측정의 필요성을 확인하기 위해서는 왜 실시간 자료가 중요한가를 생각해 볼 필요가 있다. 실시간 자료는 우리가 쉽게 상상할 수 없는 어떤 물리적 현상의 인과관계, 즉 시스템 내에서의 실시간적인 상호 반응을 보여주기 때문에 단순히 물리량의 실시간 변화를 볼 수 있다는 가능성을 넘어서 시스템의 전체적인 상황을 이해할 수 있는 중요한 기회와 단서를 제공한다.

실시간자료는 현재의 전체 상황을 반영하기 때문에 물리적인 인과관계를 재현하려는 수많은 노력들을 절감시킬 수 있다. 실시간 자료를 통하여 이상현상을 즉시 파악할 수 있고 그 이상현상에 대한 원인추적도 가능하며 시스템의 반응을 깊게 이해할 수 있게 된다. 만약 우리가 필요한 모든 곳에서 필요한 모든 자료를 측정할 수 있다면 시스템의 반응은 언제나 재현 가능하고 이러한 경우에는 실시간 자료의 대한 필요성이 적다고 할 수 있다. 그러나 현실적으로 필요한 모든 곳에서 모든 자료를 측정한다는 것은 불가능하기 때문에 실시간으로 자료를 측정하여 이 같은 요구를 상당부분 감소시킬 수 있다.

실시간 유량측정을 위한 실시간은 과연 어떤 의미를 갖고 있는가? 일반적으로 수자원분야에서는 물리량의 변화속도를 나타내는 time scale이 타 공학 분야에 비해서는 상당히 느린 특징이 있다. 예를 들어 전자 쪽의 실시간의 개념은 수자원 쪽의 개념과는 차이가 있다. 쉬운 예로 PC에서 CPU의 속도가 보통 GHz단위이기 때문에 실시간적으로 자료를 취득할 때는 GHz이상의 속도를 실시간 이라고 하지만 수자원 분야에서는 이와 다르게 1분 간격, 10분 간격 또는 1시간 간격을 흔히 실시간이라 말한다.

수자원 관련 웹 사이트가 1시간 단위로 자료를 제공하는 것으로 미루어 보아 수자원 분야의 실시간은

1시간정도의 time scale이 널리 받아들여지고 있다. 그러나 실시간의 개념을 새롭게 정의해 보면 다음과 같다. 즉 실시간이란 “측정하는 대상에서 얻고자 하는 가장 작은 물리적인 변화를 파악할 수 있는 시간 간격” 이라고 말할 수 있다. 즉 샘플링 이론(Press et al., 1992)에 의하면 1시간 단위의 유량변화를 측정하고자 한다면 1시간의 1/2인 최소 30분 단위로 유량변동을 측정해야 실시간으로 1시간의 유량변동을 측정했다고 할 수 있다.

3. 실시간 유량측정을 위한 센서기술

지난 10여 년 전부터 하천의 실시간 유속계측 목적으로 각광을 받고 있는 유속계는 초음파 도플러 유속계로서 첨단 전자기술과 제조기술을 토대로 현재 각국에서 널리 이용되기 시작하였다. 이미 우리나라에서도 수자원 프론티어 사업을 통하여 도플러 유속계에 대한 자세한 성능평가가 이루어지고 있다(이찬주 등, 2005). 초음파 도플러 유속계는 초음파가 전파되는 경로에서 이동하는 유체에 의해서 발생된 초음파의 주파수 편이, 즉 도플러 효과를 측정하여 그 물체의 이동속도를 구하는 유속계이다. 이때 순수한 물에서는 초음파의 도플러 현상을 유도하는 부유물이 없기 때문에 도플러 유속계를 적용할 수가 없으나 자연하천에서는 작은 입자를 비롯한 여러가지 부유물이 항상 존재하기 때문에 유속이 변하게 되면 도플러 효과도 따라서 증가한다.

도플러 효과란 자동차 경기장에서 천천히 움직이는 자동차는 저음(주파수가 낮은 음)으로 들리고 빨리 움직이는 차는 소리는 고음(주파수가 높은 음)으로 들리는 현상으로서 소리를 듣고 자동차가 빠르느 느린지를 알 수 있는 원리와 같다. 결과적으로 수중에서 초음파 펄스를 발사하고 도플러 효과에 의한 주파수의 편이를 감지한다면 계산을 통하여 유속을 구할 수 있다. 식 (1)은 도플러 유속계에서 유속을 계산하는 식이다(SonTek/YSI, 2005).

$$F_d = -2 F_0 V / C \quad (1)$$

여기서 F_d : 도플러 주파수 편이

F_0 : 초음파 펄스의 주파수

V : 유체의 속도

(음원에서 멀어질 때 +V, 가까워질 때 -V)

C : 초음파의 속도

도플러 유속계를 제작하기 위해서는 몇 가지의 요소기술이 필요하다. 첫째, 양질의 초음파 펄스를 발생시키기 위한 초음파 transducer가 필요하며, 둘째 이 transducer를 이용하여 원하는 형태의 펄스를 만들어 내는 회로와, 셋째 transducer를 통하여 입력된 초음파 펄스열로부터 도플러 효과를 추출하는 회로, 넷째로 이 결과로부터 식 (1)을 통하여 유속을 계산하는 마이크로프로세서, 그리고 시스템을 구동하기 위한 전원회로와 외부의 장비와 통신을 위한 통신회로가 필요하다. 이 중 양질의 초음파 펄스를 만들기 위한 transducers 제작기술과 구동회로 및 마이크로프로세서에 탑재된 임베디드 소프트웨어는 각 도플러 유속계 제조사가 철저히 비밀로 취급될 만큼 도플러 유속계의 성능을 좌우하는 중요한 요소이다.

도플러 유속계는 초음파가 수중에서 진행하면서 발생된 도플러 편이를 기록하여 유속을 구하는 기계이므로 초음파가 퍼져나간 거리에 따라 유속을 구할 수도 있다. 이같이 초음파가 퍼져나간 전거리를 일정한

격을 나눈 간격을 cell이라고 하며 이 cell안에서의 유속을 cell유속 그리고 여러 cell에 걸쳐서 유속을 구하는 것을 유속의 profiling이라고 한다. 따라서 도플러 유속계는 계기가 위치한 곳에서 일정거리까지의 유속의 변화를 연속적으로 측정할 수도 있다. 그러나 초음파는 transducer표면에서 방사된 후 일정한 beam을 형성하면서 퍼져나가기 때문에 그 도달거리가 제한되며 각 cell크기도 거리에 따라서 달라진다.

실시간 하천유량을 측정하기 위한 앞에서 언급한 초음파 도플러 유속계와 제어를 위한 데이터로거가 부가되어 시스템을 구성하고 이 시스템은 서버와 현장을 연결하는 이동통신망에 의해서 실시간으로 측정된 자료를 전송하게 된다. 서버에서 측정된 유속자료의 품질을 평가한 후 센서의 감도나 설정을 바꿔야 할 경우에는 데이터로거 안에 유속계의 설정을 통제하는 기능을 구동하여 설정을 변경하도록 한다. 따라서 만약 현장의 상황과 조건에 의해서 초음파 유속계의 성능이 좌우되는 경우에는 실시간적으로 대처하여 원하는 유량 측정결과를 생산할 수 있도록 한다. 그림 1은 이와 같은 기술이 접목된 굴포천 실시간 유량계측 시스템을 나타낸 것이다.

4. 첨단 IT 통신기술과 유비쿼터스 환경

최근 10년간의 우리나라 IT기술의 발전상황을 살

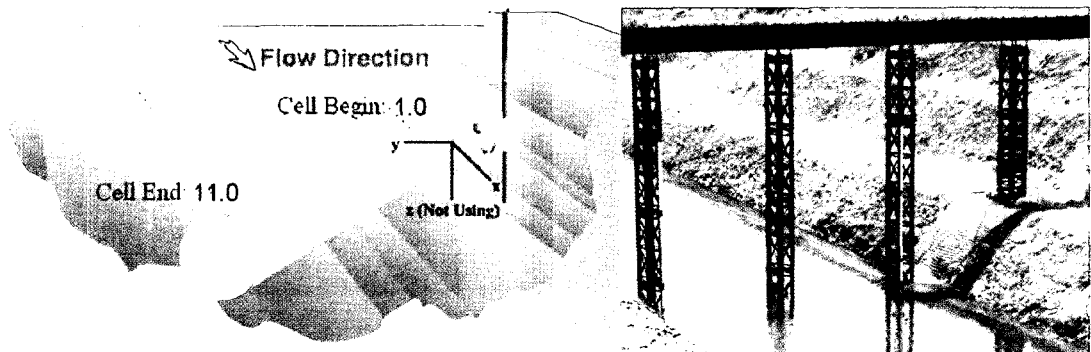


그림 1. 굴포천 실시간 유량측정 시스템

퍼보면 세계적인 IT기술의 개발과 보급이 이루어지고 있다는 것을 알 수 있다. 전국민의 대다수가 초고속 광통신망을 이용한 인터넷 서비스를 받고 있으며 1인당 1기를 상회하는 휴대폰 보급률을 나타내고 있다. 또한 무선인터넷에 가입한 사용자가 500만을 상회하고 있으며 화상통신뿐만 아니라 다양한 무선인터넷 부가서비스를 즐기고 있다. 불과 30 여년전의 전화개통도 어려웠던 시절을 상기하면 격세지감을 느끼게 한다. 최근에는 언제 어디서나 다양한 방법으로 통신을 할 수 있는 유비쿼터스 환경도 적극적으로 보급이 추진되고 있다.

IT기술의 대표주자인 이동통신기술은 어떻게 실시간 측정의 모습을 바꿔놓았는지를 살펴보면 다음과 같다. 첫번째 이동통신 기술인 CDMA기술은 기지국을 중심으로 반경 3-30 km 까지 커버하는 cell로 이루어져 있으며 이 cell안에서 동시에 수백명이 통화를 할 수 있다. 과거의 무선 텔리미터망은 정해진 지점만을 연결하여 무선통신을 수행하는 반면에 cell과 cell 간에는 로밍기술을 이용하여 끊이지 않고 통신이 가능하다. 두 번째로 이 방식은 작은 cell 안에서 통신을 하기 때문에 출력이 작아도 통신이 가능하다. 이점은 바로 유량측정이나 실시간 현장계측 시스템을 설계할 때 통신장비가 매우 간단해지고 전원 소비량도 크게 줄어드는 장점이 있다. 세 번째로 CDMA기술은 전송속도가 기존 무선 텔리미터망에서 지원되는 600-1200 bps 의 속도보다 10-100 배 정도가 되는 19200-112000 bps의 고속으로 통신을 할 수 있다. 또한 이 방식은 인터넷에 직접 접속이 가능함으로 현장기기와 서버가 인터넷으로 연결될 수 있다.

이동통신 기술이 하드웨어적인 IT기술의 혁명이라고 하면 유비쿼터스 기술은 소프트웨어적인 IT혁명이라고 할 수 있다. 유비쿼터스 환경이란 마크 와이저가 정의했듯이 소멸되는 컴퓨팅 환경을 일컫는 말로 실제로 컴퓨터 환경이 없어지는 것이 아니라 컴퓨팅이 우리의 생활속에 깊숙이 뿌리내려 마치 우리가 숨쉬는 공기처럼 어디에나 존재한다는 의미를 담고

있다(Weiser, 1991). 따라서 실시간 유량측정의 유비쿼터스적인 환경구축이라고 하면 이동통신망을 통하여 실시간적으로 계속된 정보가 서버를 관리하는 관리자 자료를 이용하는 사용자 그리고 하천을 관리하는 공무원 등 모든 이해 당사자들이 실시간적으로 언제 어디서나 그 내용을 공유하며 필요한 업무를 수행할 수 있는 환경을 구축하는 것을 의미한다.

첨단의 소프트웨어 IT기술인 유비쿼터스 환경하에서는 이러한 모든 곳에서 동시적인 정보의 공유가 가능하며 그 기술의 핵심에는 SOA(Service Oriented Architecture)개념을 구현한 웹서비스 기술이 있다. 웹서비스는 유비쿼터스 환경하에서 정보의 교류와 이용을 가능하게 해주는 기술로서 컴퓨터간의 정보의 교환을 보다 표준적인 절차를 이용하고 이 표준을 지키는 환경하에서는 누구든지 네트워크상의 정보를 공유할 수 있는 환경을 구축할 수 있다(He, 2005). 그림 2는 웹서비스의 개념을 도식화 한 것이다.

웹서비스 기술은 현재 IT분야에서 화두가 되고 있는 기술로서 웹상에서 산재되어 제각각 자기만의 서비스로 하던 방식을 지양하고 각각 다른 서비스를 제공하는 시스템이 융합되어 복합적인 서비스를 가능하게 하는 방식이다. 실시간 유량측정을 예로 들면 현장에서 측정만 수행하는 서버는 측정된 자료의 품질 관리를 위하여 따로 품질관리를 위한 서버를 두는 것이 아니라 이 분야의 최고 전문가들이 운영하는 품질 관리 서버와 연동됨으로서 웹상에서 실시간으로 측정된 자료의 내용이 자동으로 품질검사를 거쳐서 배포되는 효과를 가져온다.

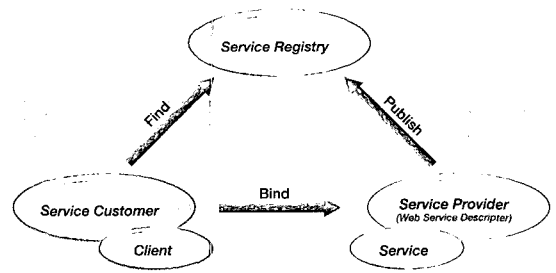


그림 2. SOA에 기초한 웹서비스의 개념도

5. 유비쿼터스 실시간 유량측정 시스템

새로운 IT기술인 웹서비스 기술은 과거의 통상적인 실시간 유량측정에 생명을 불어 넣는 역할을 담당하는 새로운 IT기술로 받아들여지고 있다. 여기서 웹서비스 기술이란 단순히 웹으로 자료를 보여준다는 웹프레젠테이션이 아니라 웹상에서 자료를 제공하는 서버가 다른 서버들과 자료를 공유하고 자동으로 처리하며 각각의 기능을 수행하는 또 다른 서버들과 후처리과정을 수행하면서 정보를 생산하고 배포하는 기술을 일컫는 것으로서 미국에서는 2000년부터 각광을 받기 시작하였고 우리나라에서는 2005년부터 활발히 논의되고 있는 새로운 IT소프트웨어 기술이다.

수자원 분야에는 아직 이같은 개념을 구현한 시스템은 등장하지 않았으며 2004년도 수자원 프론티어

연구사업 세부과제인 1-1-2 과제에서 이러한 웹서비스를 개념을 수자원 계측분야에 도입하려는 연구가 진행중이다(이종국, 2004). 웹서비스의 개념이 도입된 실시간 유량측정망이 구축되면 이제 더이상 웹상에서는 물리적인 상태의 경계, 즉 서버의 위치나 국가의 위치에 따라 불가능했던 자료의 심층적인 분석 및 분석자료의 실시간 공유도 가능해진다. 따라서 정부가 실시간 유량측정을 하려는 목적에 보다 부합되는 결과, 즉 실시간으로 수자원의 양을 파악하고 그 양을 규정짓는 다양한 상황들을 파악할 수 있는 시스템이 실제로 갖춰질 수 있다는 것을 의미한다. 이러한 시스템을 유비쿼터스 실시간 유량측정 시스템이라고 정의할 수 있다. 그림 3은 유비쿼터스 실시간 유량측정 시스템의 개념을 보여주는 그림이다.

2010년 까지 추진될 전국의 실시간 하천유량계측

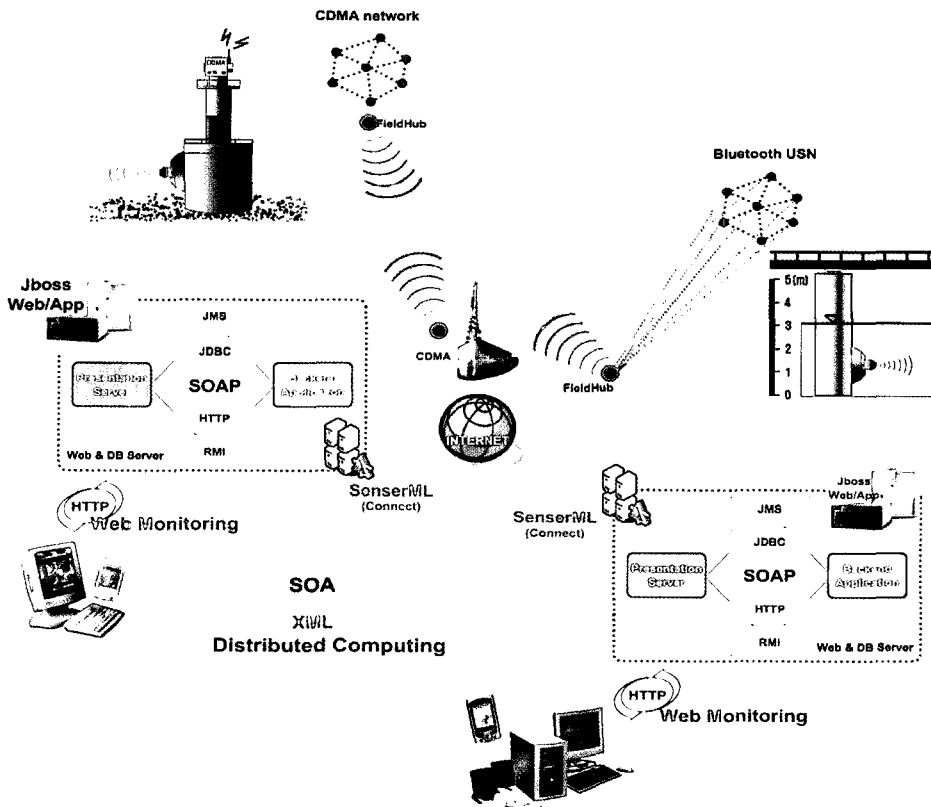


그림 3. 유비쿼터스 실시간 유량측정 시스템의 개념도

시스템이 현재의 시스템처럼 실시간 유량자료를 모아 보여주는 수준에 머무른다면 시스템을 구축하는 목적을 충분히 살릴 수 없다. 그러나 유비쿼터스 실시간 유량측정 시스템하에서는 주요하천의 실시간 유량을 모든 사용자가 실시간적으로 공유하며 초고속 인터넷에서 웹서비스로 연결된 각종 수자원 관련 서버에서는 하루의 유출량, 물 사용량, 강우량, 증발량 등의 정보가 생산되고 정책결정자는 실시간으로 정책에 반영할 수 있는 시스템이 탄생하는 것이다.

유비쿼터스 환경하에서는 실시간 유량계측 정보뿐만 아니라 정기적, 비정기적으로 행해지는 비실시간 유량측정 자료들도 함께 처리되어 국가 주요하천 뿐만 아니라 지천에서의 유출량 정보도 제공되게 될 것이다. 무엇보다도 유비쿼터스적으로 구성된 시스템들은 자동적으로 연동운영이 가능하기 때문에 필요에 따라 추후에 복합기능을 구현하는 일이 어렵지 않다.

최근의 이상기상현상 및 대규모 지진 그리고 쓰나미의 피해를 사전에 미리 경고하고자 하는 전지구적인 관측 시스템의 구축에 대한 논의가 활발히 진행되고 있다(박광준, 2005). GEOSS 시스템은 각 국가마다 따로 시행되고 있는 다양한 실시간 관측 노력을 전

세계가 공유할 수 있는 형태로 묶어내자는 노력으로서 산업자원 및 수출을 외국에 절대적으로 의존하고 있는 한국에 현실에서는 이같은 시스템이 필수적이라는 지적도 있었다(김승, 2005). 그러면 이러한 국제적인 노력에 부합하고자 할 때 2010 년도의 실시간 하천유량 측정 시스템의 모습은 어떤 모습이어야 할까? 바로 이 질문에 답을 줄 수 있는 기술도 유비쿼터스 실시간 유량측정 시스템에서 얻을 수 있다.

(주)데이터피씨에스는 수자원 프론티어 2단계 사업때부터 이러한 미래지향적인 유비쿼터스 환경을 구축하기 위한 IT기술을 연구하기 시작하였고 유비쿼터스 환경의 화두인 웹서비스 기술의 구현을 호주의 연구기관과 함께 개발하고 있다. 또한 하드웨어 분야에서는 센서단의 통신을 보다 원활히 할 수 있고 손쉽게 광범위한 센서망을 구축할 수 있는 기술인 근거리 무선통신 기술과 네트워크의 자유로운 확장기술인 그물코 계측망 기술 등을 연구하고 있으며 센서의 정보를 유비쿼터스 네트워크와 연동하기 위한 SOAP 통신기술을 구현하였다. 그림 4는 위의 기술이 접목된 유비쿼터스 실시간 모니터링 시스템의 예를 보여주고 있는 그림이다.

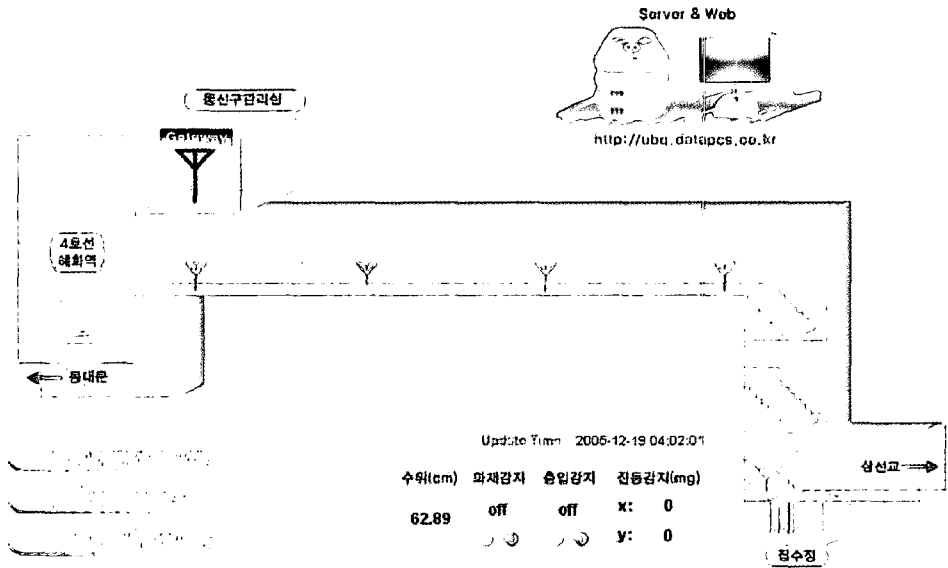


그림 4. SOAP 통신과 Zigbee 무선통신을 이용한 유비쿼터스 모니터링 예

6. 결론

첨단의 IT기술은 단지 생활의 편리함만을 가져다 주는 것뿐만 아니라 사회전반의 삶의 모습도 변화시키고 있다. 이러한 변화가 수자원과 관련된 분야에서도 활발히 일어나고 있으며 국내의 IT기술이 세계적인 경쟁력을 갖게 되면서부터 이제까지 경험하지 못했던 혁신적인 기능을 구현할 수 있게 되었다. 특히 수자원 관리활동의 중요한 분야인 하천유량측정 분야에서는 첨단의 이동통신 기술을 이용한 측정 자료의 실시간 전송, 웹서비스 기술을 이용한 자료의 공유와 사후분석 및 각종 모형과의 연계운영 등이 가능하게 됨으로서 주요하천의 실시간 유출량 정보 획득 시스템 구축에 필요한 기반기술로의 역할이 기대된다.

유비쿼터스 실시간 유량측정 시스템은 현재 전 세계적으로 논의가 활발한 전지구관측시스템의 구축을 위한 기반기술로 활용이 가능하며 자연스럽게 전지구관측시스템은 유비쿼터스 IT 기술을 채택하게 될 것이다. 이 유비쿼터스 웹서비스 기술은 이제까지 문제로 지적되었던 국가나 공공기관의 실시간 자료의 독점을 해소할 수 있는 가능성을 제시하며 많은 학자와 연구자들이 독립적으로 통합시스템을 구축하고 운영하여 새로운 연구결과를 생산하는데 있어서도 일익을 담당할 것으로 생각된다.

우리나라는 첨단의 이동통신 기술과 초고속 인터넷망 고속의 무선인터넷망 등의 IT환경이 잘 갖춰져 있어 그 어떤 나라보다도 IT기술과 접목된 응용시스템을 구축할 수 있는 양호한 조건을 지니고 있다. 그러나 국내의 수요기반이 충분하지 못한 유량센서 분야에서는 외산센서에 의존하고 있다. 앞으로 전략적인 측면에서 국가의 실시간 유량측정 시스템을 구성하는데 있어서 센서기술을 외산을 쓰더라도 유비쿼터스 환경을 제공하는 시스템의 구축기술은 국내의 IT환경과 기술을 적극적으로 활용함으로써 결과적으로 전체 수자원 관리 시스템의 국제적인 경쟁력을 유지하는 방안이 적극 추진되어야 할 것이다.

감사의 글

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

참고문헌

- 김승(2001). 수자원의 지속적 확보기술 개발 프론티어 연구사업단 홈페이지, <http://www.water21.re.kr>
- 김승(2005). 한국의 GEOSS 구축 의의, 전지구관측시스템 사용자 포럼, GEO 한국사무국.
- 박광준(2005). 한국의 GEO 활동 현황, 전지구관측시스템 사용자 포럼, GEO 한국사무국
- 이종국(2004). 수자원의 지속적 확보기술 개발 프론티어 연구사업 1-1-2 세부과제 제2단계 1차년도 성과 보고서
- 이찬주, 김원, 김치영, 김동구(2005). "ADCP를 이용한 유속과 유량 측정" 한국수자원학회 논문집, 제38권 제10호, pp. 811-814.
- 허철(2005). "수문조사 선진화 5개년 계획" 수자원학회지, Vol.38 No.5, pp.16-22.
- He, H.(2003). "What is Service-Oriented Architecture?", XML.com, <http://webservices.xml.com/lpt/a/ws/2003/09/30/soa.html>
- Press, W. H., Teukolsky, S. A., Vetterling, W. T., Flannery B. P.(1992), Numerical Recipes in FORTRAN, The Art of Scientific Computing, pp. 494-495.
- SonTek/YSI(2005). "Argonaut-Series Instruments", Technical Documentation, pp. 136-137.
- Weiser, M(1991). "The Computer for the 21th Century", Scientific American, UC paper, September 1991, <http://www.ubiq.com/hypertext/weiser/SciAmDraft3.html>