

원격 자동 수질 측정 기록 시스템 연구

손오섭* · 장종욱**

*동의대학교

A Study on Remote automatic water quality measurement recording systems

O-Seop Son* · Jong-Wook Jang**

*Dong Eui University

E-mail : sonoseop@gmail.com

요 약

오늘날 상대적으로 미비한 소규모저수지 및 간척담수호 농업용수의 수질정보를 온라인으로 수집 및 분석하고, 분석된 정보를 실시간으로 전달 및 데이터베이스화함으로써 농업용저수지와 담수호의 수질관리를 체계적으로 할 수 있다. 본 논문에서는 원격에서 자동으로 수질을 측정하고 사용자에게 측정된 정보를 제공하기 위해 각 센서로부터 수집된 정보를 통합 처리 이후 무선 네트워크를 통해서 실시간으로 통합관리 함으로써 관측지점에 대한 수질정보를 실시간으로 모니터링 할 수 있으며 이동통신망의 이용도 가능한 시스템을 제안하고자 한다.

ABSTRACT

Today a relatively small reservoirs and reclamation insufficient freshwater Agricultural Water Quality to collect and analyze information online, Analyzed in real-time information delivery and database hwahameurosseo agricultural water quality management of reservoirs and freshwater lakes can be systematically. In this paper, a remote user to automatically measure water and measured to provide information collected from each sensor and integrate information connected to your wireless network and Integrated control measures as well as real-time monitoring of the operational point of observation from a web site in real-time information about the water to retrieve the user's computer and the user consists of a mobile communication terminal.

키워드

원격자동수질측정기록장치, 센서 네트워크, 무선 네트워크

1. 서 론

급속한 도시화와 산업화 등으로 짧은 시간동안 일시에 배출되는 오염물질을 자연이 제공할 수 있는 자정능력을 크게 상회하게 되었다. 이와 같은 현상은 도시지역뿐만 아니라 이제는 농어촌에서도 생활양식의 변화, 축산농가의 증대, 영농방

식의 변화 등으로 유역의 말단부에 위치한 간척담수호는 물론이고, 유역상류에 위치한 농업용 저수지까지도 수질오염이 가속화 되어가고 있어 이에 대한 대책이 시급한 실정이다.

우리나라 농업 용수원 수질 측정망 자료에 따르면 모니터링 대상 저수지 800개소(2010년 현재)중

3급수 이하의 수질을 나타내는 저수지가 전체의 약 72%에 달하고 있고, 등급외의 저수지도 약 20% 달하고 있는 것으로 조사되어 그 심각성을 보여주고 있다. 또한, 우리나라에 건설된 7개의 간척지호중 거의 70%가 등급외의 수질을 보이고 있어, 대책수립이 절실한 상황이지만 그 동안 농업용수원의 수질관리에 대한 재원의 조달은 상수원수로 이용되는 저수지나 하천, 댐 등과 비교하여 극히 미미하였다. 또한, 그 동안 저수지 및 유역의 관리주체가 모호하여, 실제 저수지가 감당할 수 없을 정도의 오염물질이 유입될 수 있는 개발행위(농공단지, 군부대, 병원, 관광단지, 축산단지 등)를 억제하지 못하고, 적절한 처리대책을 수립하지 못하여 공익적인 저수지의 기능을 완전히 상실한 저수지도 흔히 볼 수 있다.[1]

저수지나 호소는 중력에 의해 자연적으로 흐르는 하천과는 달리 오염물질이 대량 또는 장기간 유입되었을 경우 호내에 오염물질이 축적 보존되는 특징을 가지므로 (대부분의 경우), 한번 기능을 상실한 저수지를 복원하는데에는 막대한 시간과 재원이 소요된다. 이와 같은 예는 시화호의 사례에서 극명하게 나타나고 있는 사실이다.

최근에 와서 농업용 저수지 및 간척지호에 대한 수질정보 종합시스템의 개발 및 수질오염 모니터링을 위한 측정망의 확충 등과 같은 관리체계의 개선에 대한 노력이 활발히 진행되고 있다. 그러나 농업용수 수질관리 등에 관한 조치는 아직도 “대책수립”과 “개선방안” 수준을 벗어나지 못하고 있으며, 실제로 농업용 저수지에서 더욱 중요한 유입 오염물에 의한 호내 반응과 같은 과학적인 문제해결 접근노력은 매우 소극적이었던 것이 사실이다.

II. 본 론

2.1 시스템 구성

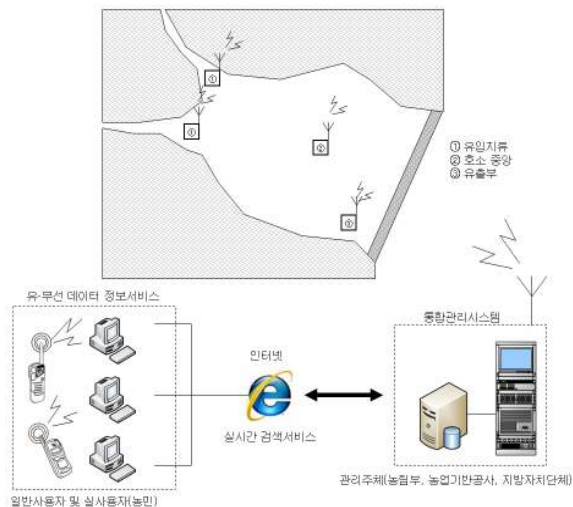


그림 1. 전체 시스템 블록도.

그림 1은 본 논문에서 소규모저수지 또는 간척담수호 현장의 유입지류 및 중양, 유출부에 수중에 직접 투입되어 장기간으로 자동측정을 수행하는 수질자동측정장치 및 컨트롤러, 유·무선 송수신 시스템(안테나 포함) 그리고 수질측정장치와 유·무선 송수신장치를 구성하여 탑재할 수 있도록 제작된 플로트(Float)를 설치하고 실시간 측정된 Data를 통합관리시스템에서 통계 처리하여 유·무선 통신을 통해 실사용자(물관리주체 및 농민)가 실시간으로 활용 할 수 있는 통합시스템의 구성도 이다.

수질자동측정장치의 측정항목은 ①수온, ②수소이온농도(pH), ③용존산소(DO), ④전기전도도(EC), ⑤탁도, ⑥수심, ⑦클로로필-a, ⑧화학적산소요구량(COD)의 측정이 가능하다.[2]

수질자동측정장치는 사용자의 측정목적에 따라 항목의 선택이 가능하도록 각각의 항목에 대한 센서를 독립적으로 구성되었으며, 각 측정항목의 센서는 Junction Box에 연결하여 사용자가 원하는 항목에 대한 선택적 측정이 가능하다.

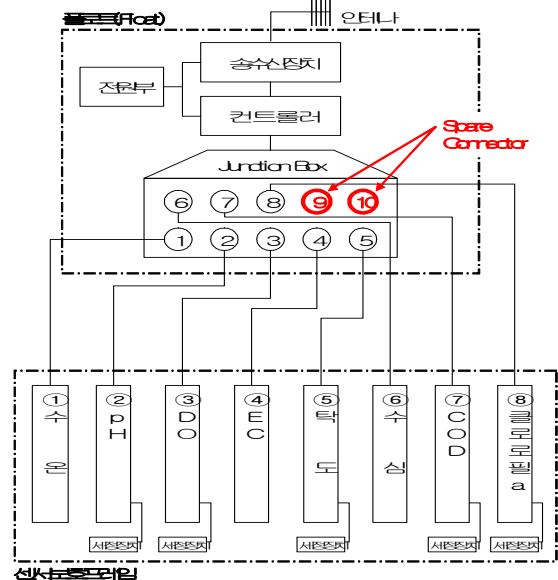


그림 2. 원격수질자동측정장치의 구성

2.2 센서의 구성

①수온센서: -40 ~ 130℃의 광범위한 측정범위를 가지며 내부에 전자회로에 의해 신뢰성 있는 측정값을 받을 수 있다.

②수소이온농도(pH): 유리전극 방식의 pH감지부가 있어 유리전극의 전위차를 사용, 회로적으로 1차측 High-Pass filter의 사용으로 노이즈를 줄이면서 효율적인 증폭을 제공한다.

③용존산소(DO): 센서 카트리지가 부로써 측정대상과 접촉부분에 있는 멤브레인 방식의 산소 투과막을 통과한 산소량에 따라 두 전극 사이의 전위

차가 변화하도록 설계 되었다. 카트리지 내부의 전해액과 두 전극은 측정 방식의 특성상 수명을 가지고 있으나 방수 기능의 카트리지 교환 방식으로 유지보수의 편의성을 높였다.

④전기전도도(EC): 한쌍의 전극에 교류 전원을 인가하여 측정 대상의 전도도에 따른 출력 전압을 발생하는 센서 측정부로 전극에서 발생하는 교류 신호를 증폭하는 증폭기가 내장되어 있다.

⑤탁도: 탁도는 수중의 유기물량과 높은 상관관계를 갖고 있어 유기물의 농도를 예측할 수 있는 중요한 지표로 사용되고 있다. 본 논문에서의 탁도센서는 기존의 센서와 달리 듀얼디텍터를 적용하여 두 측정값의 비교측정에 의해 보다 정확한 측정을 실현하였다. 탁도를 측정하기 위한 800 ~ 900nm 파장의 빛을 조사하는 두개의 발광 장치와 각각의 발광 장치에서 나온 빛이 90도로 산란될 때 그 빛을 각각 검출하는 두 개의 포토 다이오드로 구성되어 있다. 포토 다이오드에서는 빛의 양에 비례하는 전압값이 발생한다.

⑥수심: 압전 소자의 형상 별 주파수 특성을 사용하여 수압을 감지하는 형태이다. 사용되는 압전 소자는 두 가지가 있는데, 하나는 압전 세라믹 소자로 강도가 큰 세라믹의 특성을 이용하여 수압이 높은 곳에서도 측정이 가능한 소자이고, 둘째는 압전 폴리머를 사용한 소자로 강도가 낮고 신축성이 좋은 소자로서 세밀한 측정이 필요할 경우 사용한다. 수압이 없는 경우에는 처음 제조된 형상을 띠며 그에 준하는 특정 주파수가 발생한다. 수압이 변하면 형상이 변하면서 그에 준하는 변동된 주파수가 발생한다.

⑦클로로필-a: 발광부에서 주변의 유기물들에게 빛을 조사해서 쏘아진 빛이 유기물들에게 반사되어 되돌아오는 형광 빛을 흡광한다. 클로로필a를 측정하기 위해 형광 빛의 스펙트럼으로 필터링해서 포토다이오드를 사용하여 필터링 된 빛의 양에 비례하는 전류값을 발생시킨다. 미세한 전류값을 증폭하고, 해당하는 전압값으로 변환하는 방식이다.

⑧화학적산소요구량(COD): UV발광부로서 주변의 유기물들에게 특정파장의 UV(Ultraviolet) 빛을 조사한다. 특정파장의 UV가 유기물들에게 반사되어 되돌아오는 빛을 흡광하는 렌즈부이다. COD를 측정하기 위해 특정 파장의 스펙트럼으로 필터링한다. 포토다이오드를 사용하여 필터링 된 빛의 양에 비례하는 전류값을 발생시킨다.[2]

2.3 메인 프로세서의 구성

CPU는 32bit의 연산 처리 능력과 데이터 및 어드레스 버스로 구성되어 있는 RISC 방식의 프로세

서이다. 신뢰성 있는 동작과 빠른 처리가 필요하므로 최소 200MHz이상의 동작 클럭을 가진 제품으로 구성하여 신호 처리에 대한 응답 속도를 확보 하였다. Memory는 32MByte 이상의 크기를 가지는 SDR 또는 DDR 방식의 SDRAM으로서 CPU와의 클럭 동기화를 통해 높은 데이터 처리 능력을 가진다. Flash Memory는 부팅과정을 위해서 고속으로 동작하는 NOR Gate 방식의 플래시 메모리와 운영체제 저장, 센서 수집 데이터 저장, 기능별 프로그램 저장, 폰트 저장 등을 위한 용량의 NAND Gate 방식의 플래시 메모리로 구성되어 있다. Data Buffer는 CPU, RAM, Flash Memory 들 간의 버스 라인이 제어부 외부로 나갈 때에 데이터 안정화, 전압 안정화 및 병목 현상 방지를 위해 구성되어 있다. GPS모듈은 위성으로 부터 GPS관련 데이터를 수신하여 CPU의 데이터 입력 부분으로 전달하여 준다. 이 장비의 현재 위치를 항상 감시 할 수 있고 유사시에 넓은 범위의 위치 이동이 발생 하더라도 추적이 가능하다.[3]

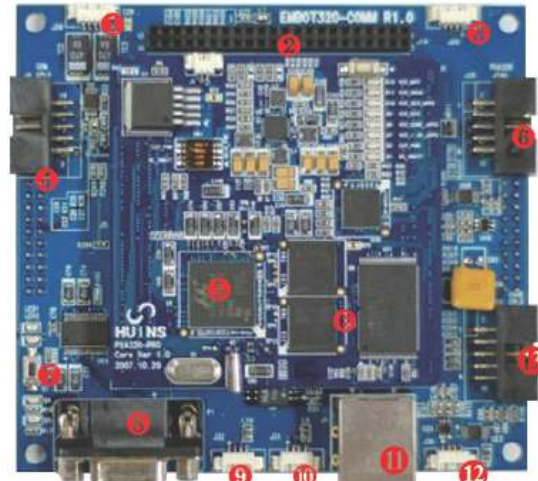


그림 3. 메인 프로세서

- | | |
|--------------------------|----------------------|
| 1.AC97-Speaker out | 8.FFUART |
| 2.TFT-LCD | 9.USB 1.1 HOST |
| 3.Power output(5V, 3.3V) | 10.USB 1.1 HOST |
| 4.CPLD | 11.Ethernet |
| 5.CPU | 12.USB 1.1 HOST |
| 6.CPU-JTAG | 13.CPU Core B/D CPLD |
| 7.Tact Switch | |

내장형 안테나 또는 외장형 안테나, GPS신호 수신 및 처리 IC, 데이터 전달 IC등으로 구성되어 있다. 앞에서 언급한 IC부분은 SOC타입으로 구성될 수도 있다. UART에서는 RS232방식으로 구성되어 동작하는 신호가 입출력이 되고 2 ~ 32 채널로 구성되어 있다. 외부에 RS232 레벨 변환 IC 또는 RS485방식의 변환 장치를 사용하여 다양한 형태의 통신 방식을 사용 할 수 있다. Ethernet Controller는 TCP/IP등의 다양한 프로토콜을 지

원하여 Network의 구성원으로서 먼 거리에 있는 통제소등과 통신을 용이하게 한다. 기본적으로 모듈러 커넥터를 통한 통신이 가능하고, 추가적으로 무선랜 장치를 추가 할 수도 있다. 상기에 언급된 모든 기능을 통합한 원격 솔루션(하나의 IC)형태로도 구성이 가능하고, 각 부분별로 따로 구성하여 부합하는 목적에 사용이 될 수도 있다.

2.4 소프트웨어의 구성

기존의 다항목 수질측정장치에서 제공되는 S/W는 컨트롤러로부터 다운로드 또는 전송된 데이터를 차트화하거나 기본적인 통계프로그램을 통해 각 측정항목에 대한 경향을 분석하는 단순 Report의 기능만을 포함하고 있어 정작 호소로 유입하는 지천의 오염부하량, 유입부하량에 의한 호소수의 오염물질 농도변화와 유출수의 오염부하량 등 호소관리에 무엇보다도 중요한 점오염원 및 비점오염원의 영향 및 관리를 위한 모니터링 요소는 전무한 상태로 필요에 따라서는 추가로 고가의 modelling S/W를 구입하여 사용하고 있는 실정이다.

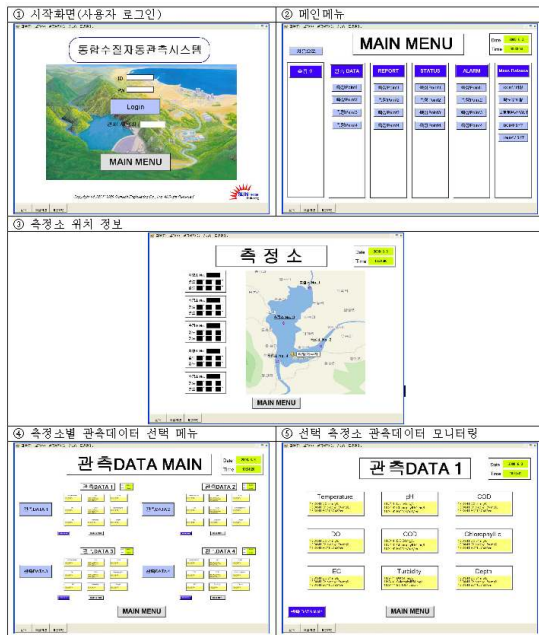


그림 4. 다항목 수질 측정 소프트웨어

그림4는 본 논문에서 언급한 기존 타제품 S/W의 기능뿐만 아니라 현장에서 측정되고 있는 데이터(유량, 수위, COD, BOD, TN/TP 등)를 Scan하여 유입지류의 오염부하량 계산, 물질수지(mass balance)를 통해 유입부하량의 영향에 의한 호소 중앙의 오염량산정, 최종 유출수의 예측 부하량 산정으로 호소관리를 위한 기본적인 시뮬레이션 기능을 갖춘 독립적인 PC용 통합수질관리 HMI S/W를 개발하였다.

III. 결 론

농업용 저수지 및 간척담수호에 대한 농업용수 수질관리를 위한 기존 측정망의 운영은 대부분 현장에서 직접 시료를 채수하여 실험실에서 각 항목에 대한 습식 분석과정을 거친 후 Data Base와 하고 있는 수동측정에 의존하고 있다. 이러한 수동측정에 의한 운영방법은 Data를 얻는 과정에서 상당한 시간이 소요될 뿐만 아니라 시료 이송 과정에서의 변질에 의한 현장 수질 Data의 왜곡 문제 등의 많은 문제점을 내포하고 있으며, 연속적인 수질정보가 아닌 단편적 수질정보만을 제공하는 것에 불과하기 때문에 목적수질의 시간적, 공간적 수질변화 특성을 규명이 가능한 정보를 제공하기에는 미흡한 것이 사실이다. 따라서 보다 농업용 저수지 및 간척지 담수호의 수질을 보다 효율적으로 관리할 수 있는 수질자동모니터링 시스템의 구축이 필요하다.

3.1 경제·산업적 측면

수질자동모니터링시스템은 수동식 수질데이터 취득에 소요되는 막대한 시간, 인건비 및 분석비용의 절감 차원뿐만 아니라, 연속적으로 관측된 방대한 수질자료를 이용하여 농업용수를 보다 종합적으로 관리함으로써 농업용수의 효율적인 이용이 가능케 할 것으로 기대된다.

3.2 사회·문화적 측면

농업용 저수지의 수질자동모니터링시스템구축은 현재의 수질측정에 의한 수질감시를 자동연속측정 및 사전 경보체제로 전환하여 보다 합리적인 총괄 관리가 가능하도록 하고 돌발사태 등 수질 오염사고에 신속하게 대처할 수 있는 시스템을 구축하는데 있어 도움이 될 것으로 기대된다. 뿐만 아니라 축적된 수질정보는 향후 하천 정비 사업과 하천 정화시설의 설계 및 설치 사업에도 유용하게 사용될 수 있을 것이다.

ACKNOWLEDGMENT

본 논문은 중소기업청에서 지원하는 2010년도 산학연공동기술개발사업(No. 2010XB008)의 연구수행으로 인한 결과물임을 밝힙니다.

참고문헌

- [1] <http://www.ekr.or.kr/Kkrpub/index.krc>
농어촌공사, 농업용수 수질조사.hwp
- [2] 한국상하수도협회, 수도사업에서 계측제어와 컴퓨터의 통합, p411, 2004. 02.
- [3] <http://www.huins.com/index.php>
휴인스, SoC Solution Catalog