

센서 네트워크를 이용한 수질 감시 원격 시스템

곽호협* · 박세현* · 박세훈* · 김응수**

*안동대학교 **대전대학교

Remote Sur-veillance network system for water contamination using Sensor network

Hohjub Kak · Sehyun Park* · Sehun Park* · Eungsoo Kim**

*Andong national university · Daejeon university

E-mail :shpark@andong.ac.kr

요 약

센서 네트워크를 이용한 수질 감시 시스템을 설계하였다. 무선 센서 네트워크는 강과 같은 넓은 지역의 수질 오염을 모니터링 하는데 효과적인 해결책중 하나이다. 기존의 수질 감시 원격 시스템은 설치비용, 새로운 노드의 추가 및 결함이 있는 노드의 교체 등에 문제가 있다. 제안된 시스템은 기존 시스템에 비해 경제적으로 효과 있는 해결책을 가진다.

ABSTRACT

Remote Sur-veillance network system for water contamination is developed using sensor network. The wireless sensor network is one of effective solutions for monitoring water contamination on wide area such as river. Existing sur-veillance system for water contamination has the disadvantage in installation cost, complexity of adding a new node or replacing a defective node. The proposed system has cost effective solutions compared with the existing system.

키워드

water contamination wireless sensor network

1. 서 론

최근 강과 하천수의 수질 오염에 대한 경각심이 고취되고 있다. 특히 수질 오염은 그 수원을 중심으로 하는 사람들과 모든 동식물의 생존에 과 직접적으로 연관을 가지고 있다. 강과 하천은 산업화가 진행함에 따라 오염 확률이 높아지고 있어 근래에 들어 하천수의 수질 오염은 국민 건강에 가장 큰 위협요소가 되고 있다.

하천수의 수질을 보호와 수질 오염에 대한 효과적인 원격 수질 경고 시스템에 대한 관심이 집중되고 있다[1][2][3][4].

본 연구에서는 ZigBee에 의한 USN 수질 센서 네트워크를 설계하여 유동적인 수질 센서들의 네트워크 구성을 통한 Web 기반 원격 모니터링 임베디드 시스템을 설계하고자 한다.

기존의 대부분의 수질 측정 시스템은 고정된 수질

측정 항목을 가지고 있어 자유로운 측정 항목의 교체가 불가능하고 측정 항목의 교체가 필요할 때마다 항목에 해당하는 센서의 교체를 해야 하며 이에 대한 시스템 셋업을 다시 해야 하는 불편한 문제점을 지니고 있었다. 또한 새로운 수질 센서 부착을 위해 매번 배선을 해야 하는 문제를 가지고 있었다. 그러나 ZigBee에 의한 USN 수질 센서 네트워크를 구축하게 된다면 이러한 문제가 쉽게 해결되고 자유로운 수질 측정 항목의 추가와 제거가 쉽게 될 수 있다. 또한 ZigBee에 의한 수질 무선 센서 네트워크는 기존의 유선 센서 네트워크에 비하여 비용이 절감된다. 저 전력인 개별의 MOTE로 네트워크가 구성되기 때문에 유지와 보수에 용이하다.

단점으로 각 센서 네트워크의 MOTE 컴퓨팅 능력, 전력, 메모리 제한적이고 정보의 신뢰성과 보안 취약 등이 될 수 있을 수 있다. 이러한 단점은 수질 센서 네트워크에 통한 자유로운 배치와 이동, 새로운 측정

항목 추가에 따른 해당 센서들의 자유로운 추가와 제거 및 관리의 용이성에 비해 미미하다.

센서 네트워크 구성에 있어 서로 장단점이 있으나 일반적으로 성형과 망형이 가장 두루 쓰인다. 망형(mesh) topology는 장애에 강하고 가장 안정적인 데이터를 전송할 수 있다. 목적지까지의 경로가 여러 개 존재하므로 장애 극복이 용이하다. 따라서 가용성과 효율성이 좋다, 또한 목적지까지의 최단거리로 데이터를 전송하지만 구성하기가 힘들다. 성형(star) topology 경우 관리와 장애 발견이 용이하며 Child의 장애가 네트워크에 영향 미치지 않는 장점이 있는 반면 Parent의 장애가 발생한 경우 전체 네트워크가 마비되는 문제를 가지고 있다. 본 연구에서는 성형 topology를 사용하여 기존의 수질 센서를 ZigBee(IEEE 802.15.4)로 사용하여 센서 네트워크로 구축하는 한편 Web에 의한 원격 수질을 감시하고자 한다.

II. 본 론

본 논문에서 사용된 센서 네트워크의 구조는 그림 1과 같다 다수의 자식 노드들과 1개의 부모 노드는 칩 안테나를 통해 서로 RF 통신을 하고 있으며 자식 노드들과 부모노드에 사용된 ZigBee 모듈은 MCU와 RFIC의 2개의 칩으로 구성되어 있다. MCU는 MSP430F1611을 사용하였으며 RFIC는 CC2420을 사용하였다. 자식 노드들은 각자의 수질 센서가 부착되어 있으며 고유 ID 번호로 인식 된다. 전원이 인가되면 일정간격으로 각 자식 노드들은 message를 broadcast한다. 부모 노드에서 자식 노드의 broadcast message를 받아 table이 생성된 후에는 부모노드와 자식노드 간에 데이터 이동이 시작 된다. 만약 5번 이상의 packet 수신에 실패하면 자식노드는 다시 broadcast message를 정해진 시간 간격으로 발생 시킨다.

자식 노드는 각 수질 측정 항목에 따라 해당 수질 센서의 Analog 측정 입력 신호에 대하여 Ref 2.5V에 의한 16bit 데이터로 A/D Converter하여 부모 노드에 Packet으로 전송한다.

부모 노드는 수신 받은 Packet을 Serial 9600bps 보레이트로 mpc860에 전송한다. 부모 노드는 0번 노드로 설정되어 있으며 자식노드가 broadcast한 신호를 감지하여 neighborhood table에 자식을 등록 시킨 후 자식노드와의 연결을 형성한다.

본 연구에서 자식 노드에 부착된 센서는 수질 측정에서 일반적으로 많이 사용하는 Conductivity, Dissolved oxygen, PH Sensor를 대상으로 인터페이스 하였다.

그림 2 는 설계된 수질 센서 인터페이스 구성을 나타낸 것이다.

일반적으로 수질 센서는 해당 측정값에 따라 4mA ~ 20mA 전류를 출력 하게 되어 있다. 자식 노드의 모듈에서 이 전류 값을 전류 변환 회로를 사용하여 0 ~ 2.5V 전압으로 바꿔 주게 되고 자식 노드의 MSP430F1611에서 내부 ADC 변환기를 거쳐 16bit 디지털 신호로 변환한다. 그리고 16 비트 디지털 데이터를 CC2420을 통해 RF 신호로 부모 노드에 전송한다.

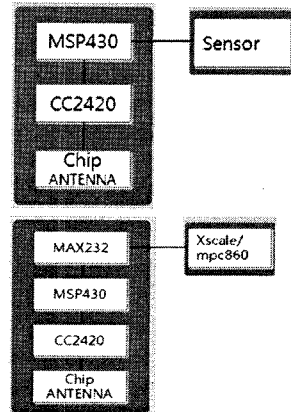


그림 1. 부모 노드와 자식 노드
Fig 1 . Parent Node and Child Node

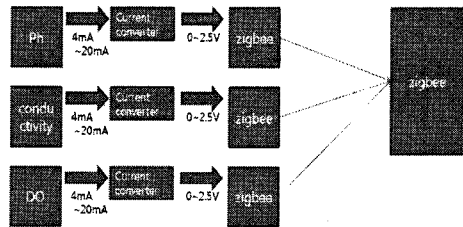


그림 2. 수질 센서 인터페이스
Fig 2. The Sensor interface of water quality

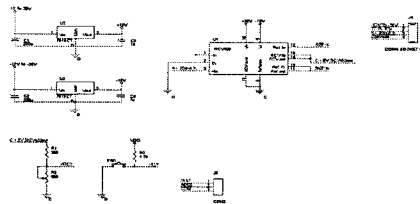


그림 3. 전류 변환회로
Fig 3. The circuit of current conversion

그림 3은 RCV420을 사용한 전류 변환 회로이다. RCV420은 4 ~ 20mA의 범위의 입력 전류신호를 ADC 변환기 사용 할 수 있도록 0 ~ 5V 출력으로 신호를 변환하고 MSP430의 ADC Ref

값인 2.5V 기준에 맞추기 위한 회로이다.

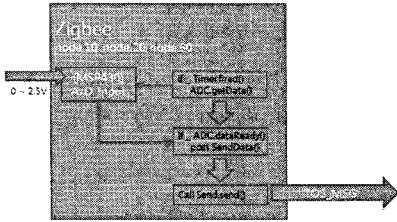


그림 4. 자식 노드의 AD 변환과 전송
Fig 4. AD conversion and transfer in child node

그림 4는 자식 노드에서 부착된 센서로부터 아날로그 값을 받아 MSP430의 ADC 변환기를 통해 NesC상에서 어떻게 A/D Converter 되는지를 보여주고 있는 그림이다. 먼저 Current Converter에서 들어온 0~2.5V의 전압 값을 16bit MCU인 MSP430이 받는다. 그리고 Timer가 종료되면서 ADC.GetData()가 실행되고 A/D변환이 시작된다. 변환이 완료되면 ADC 완료 인터럽트인 ADC.dataReady()의 Event가 실행되면서 전송하기 위한 준비를 하게 된다.

자식노드에서 실제 전송을 시행하기 위해서 SendData() 함수의 TOS_MSG 구조체의 방식에 따라 디지털 값이 저장되어야 한다. 그리고 Send.send() 함수에서는 완성된 TOS_MSG 구조체를 부모 노드에게 RF로 전송 한다.

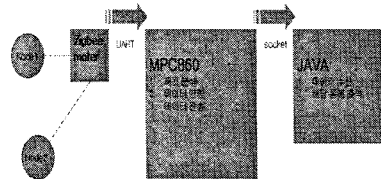


그림 5. 센서 네트워크와 Web을 이용한 임베디드 시스템의 소프트웨어 흐름
Fig 5. Software flow of Embedded system using sensor network and Web

수질 센서가 인터페이싱된 각 노드로부터 패킷 데이터가 전송되면 수질 데이터를 전송 받은 부모 노드에서 UART로 통해 이 패킷 데이터를 MPC860에 전송한다. 이 패킷 데이터로부터 수질 데이터를 복원하여 수질 데이터 값을 MPC860의 임베디드 Web 서버의 JAVA의 class로 인터넷을 통하여 사용자 PC로 전송하게 된다.

PC의 웹브라우저는 애플릿을 통하여 Web에서 원격 모니터링을 하게 된다. 그림 5는 센서 네트워크를 사용한 Web 기반 원격 모니터링 임베디드 시스템의 소프트웨어 구조를 보여준다. 그

림 6은 JAVA에 의한 인터넷으로 원격 모니터링 하는 과정을 도식한 것이다.

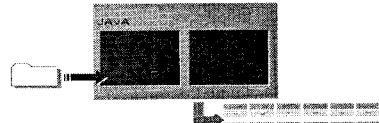


그림 6. JAVA를 사용한 원격 모니터링
Fig 6. Remote monitoring using Java

IV. 실험 및 결과

그림 7은 센서 네트워크를 사용한 Web 기반 원격 모니터링 임베디드 시스템의 시제품의 사진이다. 수질 센서 인터페이스에서 가장 중요한 과정은 센서 테이블의 구축이다.

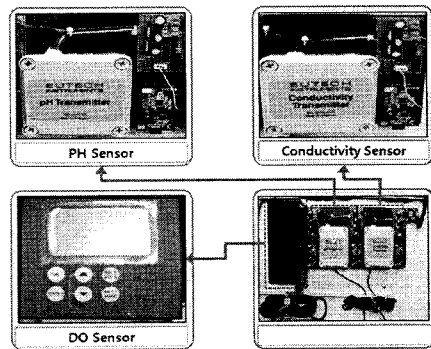


그림 7. 수질 센서 인터페이스
Fig 7. The Sensor interface of water quality

실험에 사용된 Conductivity, Dissolved oxygen, PH Sensor의 센서 테이블 구축은 다음과 같이 수행하였다.

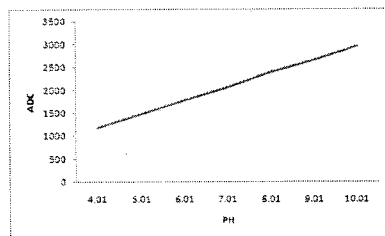


그림 8. PH 센서 변환 값
Fig 8. The conversion value of PH sensor

PH Sensor 경우 4ph~7ph 2축 교정으로 교정하며, 나오는 데이터는 PH4~7 축 기준용액, 7~10

측 측정 기준용액으로 측정하여 PH7을 기준으로 4축 7축을 3축 교정효과를 가져오게 한다. 실험에 의해 ADC값으로 변환된 PH값은 그림 8과 같다. Conductivity 센서 테이블은 default 값을 전극 dry상태에서 default 수치가 되도록 zero adjust 조 정하여 1413uS 값을 기준으로 4.0mA가 되도록 slope adjustment 조정 후 측정한다. 실험에서 유도된 Conductivity의 변환은 그림 9와 같다.

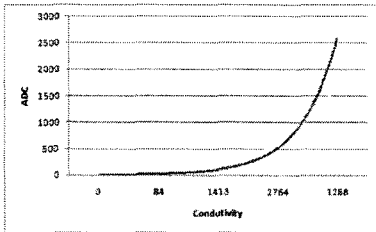


그림 9 전도도 센서 변환 값
Fig 9. The conversion value of Conductivity sensor

DO 센서 테이블은 대기 중의 산소를 100% 두고 측정하며 실험 결과 유도된 DO 변환은 그림 10과 같다.

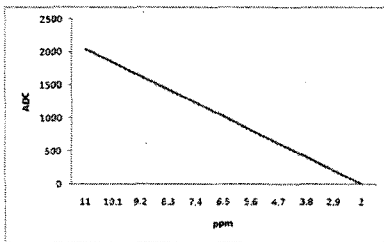


그림 10. Do 센서 변환 값
Fig 10. The conversion value of DO sensor

V. 결 론

센서 네트워크를 이용한 수질 원격 감시 시스템을 설계하였다. 연구된 수질 감시 시스템은 ZigBee에 의한 USN 센서 네트워크로 구축함으로써 수질 측정 항목의 자유로운 추가와 제거가 가능하게 하였다. 그리고 수질 센서와 수질 센서 또는 측정기와 수질 센서간의 위치와 거리에 무관하게 되어 수질 센서들의 배선 연결, 유지 보수 등의 비용을 기존의 시스템에 비해 크게 감소시킬 수 있다. 또한 본 시스템은 임베디드 Web 기반 감시를 구축 할 수 있게 하여 원격에서 수질 모니터링을 가능할 수 있게 하였다.

참고문헌

- [1] 수질 오염 조기 감시를 위한 물벼룩 자동 독성도 측정 장치에 관한 연구, 장정식, 경남대학교 석사학위논문, 경남대학교, 2002
- [2] 미생물을 이용한 수질오염 자동조기경보장치 및 자동조기경보법, 출원번호 10-2004-0088687 (65) 공개번호 (22) 출원일자 2004년11월03일
- [3] 김주식, 금강수계 수질 자동 측정망 추가설치를 위한 우선순위 분석, 석사학위논문, 충남대학교, 2003
- [4] 낙동강 수계 수질오염사고 조기경보체계, 대구지방환경청, 2003