

http://dx.doi.org/10.7236/JIWIT.2012.12.5.255

JIWIT 2012-5-32

수질복원시설물 내 센서 네트워크 이기종간 인터페이스용 프로토콜에 관한 연구

A Study for Protocol for Heterogeneous Interface in Sensor Networks within Water Restore Facilities

김 찬*, 신재권**, 차재상*[Ⓞ]

Chan Kim*, Jaekwon Shin**, Jaesang Cha*[Ⓞ]

요 약 현재 운영되는 주요 하·폐수 처리시설 관리에 있어 환경 보호를 위한 엄격한 규제로 수질오염 측정 시스템에 관한 시스템이 부각되고 있다. 하지만 기존 하·폐수 처리 시스템은 하·폐수에 특화된 수질감시 기술이 미흡하며, 그중 센서와 네트워크를 통한 1:n 데이터 전송이 아닌 1:1을 지향하며, 이기종간 통신방식에 대한 호환성이 미비하다. 또한, 주로 수동방식의 검출방식을 준수하고 있다. 이에 본 논문에서는 수질복원시설물 내에 자동화된 센서 네트워크 통합 인터페이스를 위한 센서와 수질감지통합인터페이스간의 효율적인 데이터 전송에 관한 프로토콜 기술에 관해 연구하였다. 센서 네트워크 통합 인터페이스용 모니터링 구현을 통해 이기종간 통신방식으로 원활한 데이터 전송이 가능함을 입증하였다.

Abstract Currently, the management system of wastewater treatment facility has magnified due to the stringent regulations for the protection of the environment. However, wastewater treatment system is insufficient in wastewater quality monitoring technology in specialized. Above all it aim one-to-one data transmission instead of one-to-n data transmission through sensor and network. And then, it lack compatibility toward communication system between different. Mainly it has observed detecting system of manual system. In this paper, we studied protocol technology about efficient data transmission between sensor and integration interface of water quality detecting interface for automated sensor network integration interface in water restoration facility. Therefore, we proved the possibility of efficient data transmission from communication system of different type through monitoring implementation of sensor network integration interface.

Key Words : Water Restore Facilities, Sensor Network, Protocol, Integrate Interface, Heterogeneous Terminal Communication

1. 서 론

최근 국민의 환경에 대한 욕구 증대로 인해 꾸준한 물

산업의 성장이 이루어지고 있다[1]. 개발도상국의 경우 인구증가와 도시화·산업화 확산에 따른 수용 증가와 국제적인 상하수도 보급 확대 노력에 따라 하수처리 관련

*정회원, 서울과학기술대학교 IT정책전문대학원

**정회원, 서울과학기술대학교 전자IT미디어공학과 ©(교신저자)

**파이브텍 R&D 센터

접수일자 : 2012년 9월 7일, 수정완료 : 2012년 10월 5일

계재확정일자 : 2012년 10월 12일

Received: 7 September 2012 / Revised: 5 October 2012 /

Accepted: 12 October 2012

*Corresponding Author: chajs@seoultech.ac.kr

Dept. of Electronic & IT Media Eng., Seoul National Univ. of Science and Tech

산업이 지속적으로 성장하고 있는 블루오션이 되었다[2]. 그중 난분해성 오염물질을 처리하기 위한 AOP(고도산화분해)기술을 적용한 산업용수 및 폐수처리 분야의 시장규모는 꾸준히 확대되고 있다. 하지만 공공하수처리장에서 발생하는 하수슬러지는 약 1일 8,000톤에 달하며, 2011년에는 460개의 하수처리 시설에서 1일 약 10,000톤의 하수슬러지가 발생될 것으로 전망하고 있다[3]. 이러한 슬러지 처리는 지금까지 단순매립에 전적으로 의존하고 있었으며, 비용도 많이 들고 다량의 침출수 발생, 지반침하, 악취발생 등의 문제를 유발할 우려도 있어 2003년 하수처리장의 슬러지 직매립이 금지되었고, 2012년부터는 해양투기도 금지되었다. 이에 하수슬러지를 처리하기 위한 새로운 대안의 모색 및 기술 개발이 절실히 요구되고 있으며, 비용이나 환경적인 측면에서 하수슬러지의 재활용에 대한 연구가 활발하게 진행되고 있다.

현재 운영 되는 주요 하·폐수처리장의 슬러지농도 측정 시스템 대부분이 단순한 원격모니터링 시스템이거나 독립적인 모니터링 시스템이다. 센서를 통한 다양한 수집정보의 동시 분석기술이나 통합적인 관리·관제 시스템이 극히 미흡하고, 정보를 발생시키는 각종 측정 센서들도 데이터의 명확성이 떨어져 앞으로 개선될 과제가 많다. 또한, 정·취수장 및 하·폐수처리장의 관련 정화 시설이 있지만 이를 통합하여 측정·관리·관제할 수 있는 체계가 미흡하여, 해양투기규제 및 현장 지도 등의 관리 감독에 많은 애로가 있는 실정이다. 이를 개선하기 위해 USN과 ZigBee 또는 RFID 등 다양한 센서 네트워크들, 그리고 다양한 목적의 서비스들을 통합 수용할 수 있는 미들웨어와 서비스 통합 플랫폼의 표준화 방안이 진행되고 있다.

위 방안의 하나로 본 논문은 다양한 목적의 서비스들을 통합 수용할 수 있는 미들웨어와 서비스 통합 플랫폼 구축 등으로, 멀티미터 TN/TP 센서의 원활한 측정을 위해 수질복원시설 시스템에서 이기종 통신방식의 호환성 증대를 위한 802.15.4x인 ZigBee와 802.11x에 WiFi간의 네트워크단 데이터 전송방식에 관해 제안하고, 다양한 센서 데이터 수집을 위한 1:N 통신방식에 Multicast 방식을 고려한 네트워크 정보데이터 전송 테스트를 위한 소프트웨어를 구현 하였다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 수질복원시설물 내 센서 네트워크 시스템 구성에 대해 설명하며, 3장에서는 이기종 통신방식 호환성을 위한 센서 네트워크

통합 인터페이스용 프로토콜에 관한 알고리즘을 제시하며, 4장에서는 실행한 실험의 결과를 보여주고, 마지막으로 5장에서는 본 논문의 결론을 맺도록 한다.

II. 센서 네트워크 통합 인터페이스

다음 그림은 수질복원시설물 센서 네트워크 통합 인터페이스 제어를 위한 각 주요 기능 역할 구성도이다.

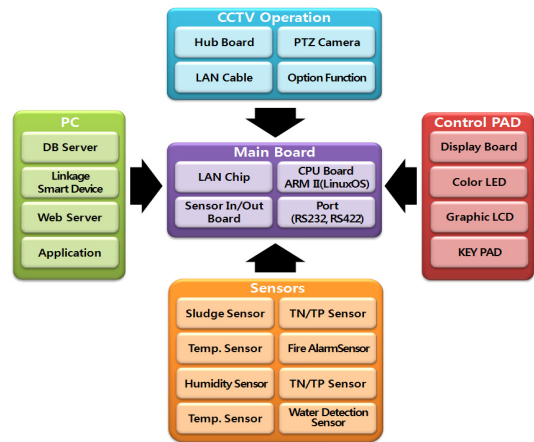


그림 1. 수질복원시설물 센서 네트워크 통합 인터페이스 제어 구성도

Fig 1. Integrated interface diagram of sensor network for water restore facilities

센서 네트워크 통합 인터페이스 시스템을 구축하기 위해서는 통신기술, 센싱기술, DB기술, 응용기술 등이 필요하며, 각각의 요소 기능을 통해 수질관리를 수행할 수 있다. 요소 기능 중에서 센서 데이터 수집 및 저장을 위해 그림 2와 같은 순서를 거치게 된다.

각 센서에서는 데이터들을 수집하게 되며, 센서와 데이터교환이 가능한 센서 네트워크 통합 인터페이스 부분은 수집된 센서데이터들을 통해서 BOD, COD, DO, SS 등의 수질을 표현할 수 있는 데이터들로 프로세싱 된다. 데이터들은 ZigBee와 WiFi와 같은 무선 모듈로 보내지며, 각 모듈에서는 처리된 데이터와 지역정보 및 센서의 타입 정보를 포함하여 DB Server로 송신하게 된다. 데이터를 송신 받은 Server에서는 수신된 센서 타입에 따라 형식에 맞게 맵핑되어 DB table에 저장하게 되며, 이러한 일련의 과정은 특정 주기 시간을 가지고 반복적으로 수

행된다. 수집된 센서 데이터를 사용자 인터페이스로 Display하기 위한 과정은 그림 3과 같다.

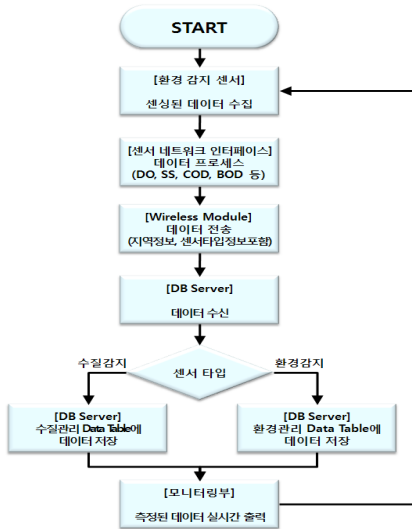


그림 2. 센서 데이터 수집/저장 순서도
Fig 2. Flowchart of collecting and storing sensor data

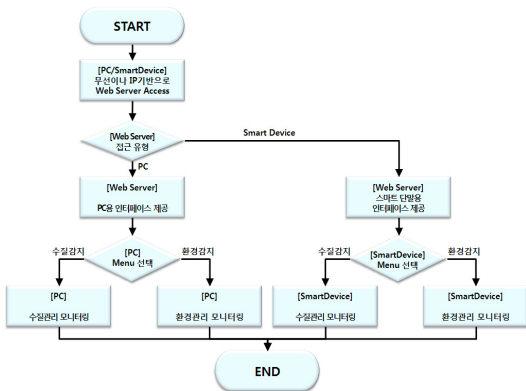


그림 3. 센서 데이터 출력 순서도
Fig 3. Flowchart of representation sensor data

센서 데이터 디스플레이를 위한 메타 인터페이스 접근 블록을 보게 되면, 사용자들은 PC나 스마트단말을 이용하여, 무선방식이나 IP를 통해 WebServer에 접근하게 된다. WebServer에서는 접근한 센서 장비의 타입에 따라 각 환경에 맞는 인터페이스를 제공해주며, 인터페이스를 제공받은 사용자들은 DB접근 메뉴가 제공되어 선택된 메뉴에 따라 센서 데이터들이 담긴 DB 정보에 접근 가능하며, 메타를 하게 된다.

III. 센서 네트워크 통합 인터페이스용 프로토콜에 관한 방법

본 논문에서 제시하는 수질복원시설물 내 센서 네트워크 통합 인터페이스용 프로토콜의 전체 구성도는 그림 4와 같다.

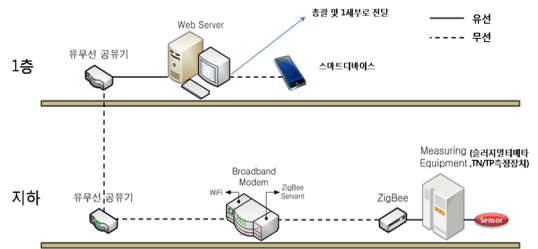


그림 4. 센서 네트워크 통합 인터페이스용 프로토콜 송신 구성도
Fig 4. Structure of protocol transmission for sensor network integrated interface

전체 구성도를 설명하면 지하에 흐르는 하수에 설치된 각각의 센서에서 감지된 센서 데이터를 802.15.4x 프로토콜을 통해 capsulation 되어 무선으로 통합 모뎀에 전송하게 되고, 통합 모뎀에서는 ZigBee 프로토콜을 통해 수신된 센서 데이터를 encapsulation을 거쳐 데이터 직렬화를 통해 다시 802.11x로 송신을 하게 된다. 이를 통해 센서 데이터는 지층에서 스마트 디바이스에서 제공하는 App/Pad와 Web Server에 연동되어 사용자에게 모니터링을 제공하게 된다.

802.15.4x 프로토콜을 802.11x로 컨버팅 되는 자세한 과정은 다음과 같다.

시퀀스 다이어그램을 설명하면 사용자가 센서 네트워크 통합 인터페이스용 프로토콜에 센서 모니터링을 위한 프로그램에 접속하면 센서노드는 지속적으로 수집된 데이터를 Thread2(802.15.4x)로 전송한다. Thread1(802.11x)은 사용자에게 센서 데이터를 전송하기 위해 Thread2에게 데이터를 요청한다. Thread2는 'Mutex Lock Function call' 함수를 통해 이기종간 데이터 충돌을 방지하기 위한 공용 변수를 선언한다. 선언 후 공용 변수에 Thread2가 저장한 데이터를 담고 유효한 데이터로 성립될 때 Thread2 데이터를 Thread1에 전송한다. Thread1은 데이터를 잘 전송받았다는 ACK를 전송하고, 함수 호출을 세팅하여 센서 데이터를 사용자에게 전송하

게 되어 사용자 애플리케이션에 모니터링이 되어 진다.

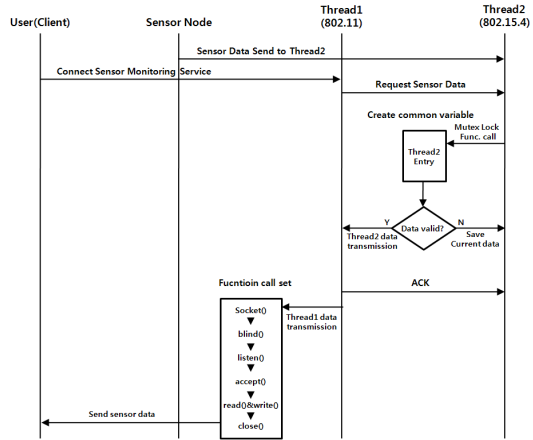


그림 5. 이기종간 통신 프로토콜 환경을 고려한 센서 데이터 전송 시퀀스 다이어그램
Fig 5. Sensor data transmission sequence diagram for considering environment to heterogeneous communication protocol

IV. 실험 방법 및 결과

본 논문에서는 수질복원시설물에서 직접 얻은 실제 센서 데이터를 토대로 센서 네트워크를 통한 인터페이스용 프로토콜 전송 환경을 구축하여 실험해 보았다.

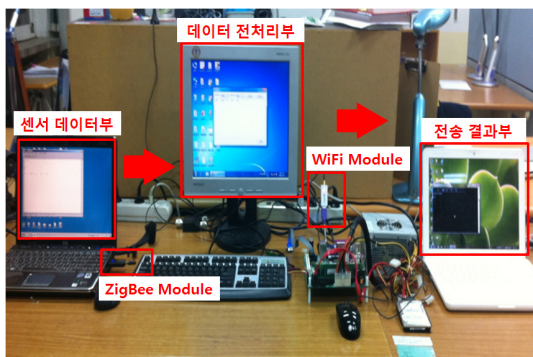


그림 6. 센서 네트워크 인터페이스용 프로토콜 실험 구성도
Fig 6. Structure to experimental protocol for sensor network interface

실험을 위해 사용된 장비는 802.15.4x방식의 ZigBee Module과 802.11x방식의 WiFi Module, 수질복원시설물

에서 얻은 실제센서 데이터를 입력해줄 센서 데이터부, ZigBee를 통해 전송되는 데이터를 가공하기 위한 데이터 전처리부(네트워크 통합 인터페이스부), 데이터 가공을 통해 데이터를 전송받는 전송 결과부로 구성된다.

실험환경을 구동하기 위한 핵심 알고리즘 부분은 다음과 같다.

```
// Thread 통신을 위한 데이터 호출
Receive ← Sensor Data;
for(i : length)
    if(data[i] not equal data) then
        data length add;
    else if // Data 교환 후 종료
        thread_mutex_lock 호출:
        flag 0 반환:
        ZigBee Data to String:
        thread_mutex_unlock 호출:
end
receive data bleep;
```

그림 7. 센서 데이터 쓰레드 수신 알고리즘
Fig 7. Receive algorithm in sensor data thread

해당 알고리즘을 통해 Thread2의 데이터를 Mutex함수를 호출하여 데이터 충돌을 방지한 상태로 Thread1로 전송하여 flag0을 반환 후 수신 데이터를 호출한다.

구현을 위해 사용된 Visual Studio 2010 Tool C++언어를 사용하였으며, 해당 알고리즘을 실험환경에 적용한 화면은 다음과 같다.

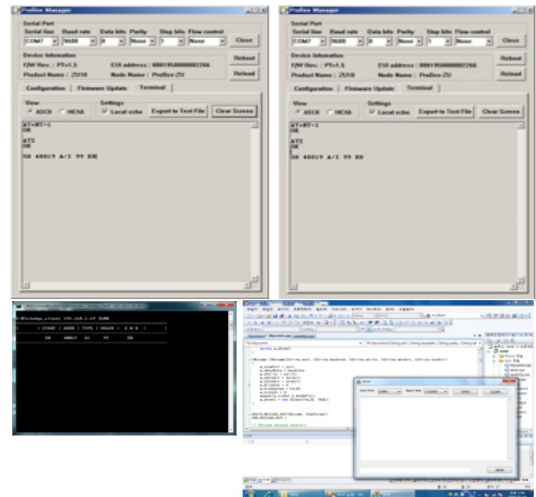


그림 8. IEEE 802.11x 및 802.15.4x 연동형 통신 기능 테스트
Fig 8. IEEE 802.11x and 802.15.4x interlocked and test the communication capabilities

하이퍼 터미널을 이용하여 IEEE 802.15.4x기반 모듈의 기능 및 성능 테스트를 하였으며, 데이터가 순차적으로 전송 되는 것을 확인할 수 있었다. IEEE 802.15.4x기반 모듈의 Software 연동과 통신성능 테스트를 통해 효율적으로 이기종간 통신이 원활하게 이루어지는 것을 볼 수가 있다.

V. 결론

본 논문은 수질복원시설물 내 센서 데이터 모니터링 서비스들을 통합 수용할 수 있는 미들웨어와 서비스 통합 플랫폼 구축의 일환으로 멀티메터 TN/TP 센서의 원활한 측정을 위해 이기종 통신방식 간 호환성 증대를 위한 IEEE 802.15.4x방식인 ZigBee와 IEEE 802.11x방식에 WiFi간의 네트워크 단 데이터 전송방식에 프로토콜에 관해 제안하고, 다양한 센서 데이터 수집을 위한 1:N 통신방식을 고려한 네트워크 정보데이터 전송 테스트용 Software를 구현하였다. 구현을 통해 수집된 센서데이터가 통신방식이 다른 이기종간 제안한 프로토콜 방식을 통해 원활하게 데이터 전송이 되는 것을 입증하였다.

향후 연구과제로 현재의 제한된 상황 일부의 자료를 토대로 실험한 구현물이므로 좀 더 다양한 사례와 자료를 통해 신뢰성이 높은 구현물을 개발해야 할 것이다.

참고문헌

[1] Ministry of environment, "Water industry development strategy", 2010

- [2] H. You, "To change the water treatment technology alters the spectrum of water industry.", LG Business Insight, 2010
- [3] WaterBio(Co. Ltd.), Minor-enterprise office performance certification experiment results, 2008
- [4] Ministry of Education, "A classified by national centered period science technology outline of scheme and thesis, patent analysis results", Science and Technology, 2008
- [5] Shin-Jae Kim, Young-Gyun Kim, Wan-Jic Lee, Bum-Ju Shin, Seok-Yeol Heo, "Design of On-demand Routing Protocol for Sensor Networks", Journal of Korean Institute of Information Technology pp320-324, 6, 2009
- [6] DeCarolis, J.F.; Oppenheimer, J.; Hirani, Z.; Rittmann, B. 2009. WaterReuse Annual Symposium. September 13-16, Seattle, Was hington.
- [7] WaterReuse Foundation, 2009, Honolulu Membrane Bioreactor Pilot Study
- [8] Business Communications Company, Inc., 2006. MembraneBioreactors in the Changing World Water Market.
- [9] Jong-Wan Yoon, Yong-Ki Ku, Ka-Kyung Oh, Dong-Ryeol Shin "Middleware for Home Monitoring System over Heterogeneous Network Environments", Jurnal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society, pp. 283-286, 2009

※ 본 연구의 일부는 환경부 "글로벌탑 환경기술개발사업" 으로 지원받은 과제임
(GT-11-B-02-014-3)

저자 소개

김 찬(정회원)



- 2003년 : 중앙대학교 예술경영학과 석사 졸업
- 2012년 2월 : 서울과학기술대학교 IT 정책대학원 방통통신정책 박사과정 수료

<주관심분야 : 유무선 홈 네트워크, 수질관리서비스요소기술, 특허 발명, 특허 비즈니스, 비즈니스 모델 등>

신 재 권



- 1993년 : 단국대학교 전기공학과 학사 졸업
- 현재 : 파이브텍 R&D 센터 소장

<주관심분야 : 스마트 워터그리드 구축 / 제어, 통신 응용 >

차 재 상(정회원)



- 2000년 : 일본 東北대학교 전자공학과 공학박사
- 2002년 : ETRI 이동통신연구소 무선 전송기술팀 선임연구원
- 2008년 : 미국 플로리다 대학교 방문 교수
- 2009년 ~ 현재 : 서울과학기술대학교

전자IT미디어 공학과 교수

<주관심분야 : USN, 모니터링시스템, 스마트디바이스 융합 기술, 워터그리드 네트워크, 수질관리 요소기술>