

---

# 플러딩 라우팅 프로토콜을 이용한 연안·해양 환경모니터링 시스템

유재호 · 이승철 · 김종진 · 정완영

부경대학교 전자공학과

## Coastal and Marine Environment Monitoring System using Flooding Routing Protocol

Jae-Ho Yoo · Seung-Chul Lee · Jong-Jin Kim · Wan-Young Chung

Department of Electronic Engineering, Pukyong National University

E-mail : wychung@pknu.ac.kr

### 요 약

최근 환경문제가 급격히 악화되고, 지구 환경의 보존이 중요한 이슈로 거론되면서 환경보호 정책과 연구가 절실히 요구되고 있다. 환경오염의 대상은 수질, 대기 등이 있으며, 대상 오염의 예방을 위한 오염원 절감 및 시스템적인 연구가 활발하게 진행 중에 있다. 이에 본 논문에서는 온도, 습도, 조도, 기압, 이슬점 등의 대기환경 정보와 용존산소량, 수소이온지수, 수온 등의 수질환경 정보를 수집하기 위한 이동성이 고려된 필드서버를 제작하여 연안·해양지역에 배치함으로써 일정 시간동안 변화하는 대기 상황을 판단하고 더불어 수질의 상태변화를 측정 및 모니터할 수 있도록 하였다. 또한 무선센서네트워크 내에서의 효율적인 데이터 전송을 위하여 측정된 대기 및 수질 환경정보를 무선센서네트워크 기반의 플러딩 라우팅 프로토콜 방식으로 전송하도록 고안하였다.

### ABSTRACT

Recently, environmental problems have been deteriorating rapidly. Therefore, there is an urgent need to establish policies and research in the conservation of the global environment. Many researchers are studied in environment systems to prevent and reduce pollution of water, air and soil actively. In this paper, several parameters such as temperature, humidity, illumination, barometric pressure, dew point, water quality data, and air conditions are collected and transmitted thorough wireless sensor network. The field server is located in the coastal and marine area so that any abrupt changes can be detected quickly. In addition, WSN based flooding routing protocol for efficient data transmission is designed to support and monitor information of climate and marin factors.

### 키워드

환경모니터링 시스템, 환경용 필드서버, 무선센서네트워크, 플러딩 라우팅 프로토콜

### 1. 서론

최근 환경오염으로 인해 인류는 생존에 심각한 위협을 받고 있으며, 지난 십 수 년간 오염으로 인해 그 폐해의 심각성은 나날이 더해가고 있다. 오염의 예방을 위해 기존에는 연안·해양지역의 환경관리를 위한 시스템은 사람이 직접 정보를 수집해 오는 방식이 주를 이뤘다. 또한 연안·해

양지역에 유입되는 각종 폐기물들은 일기가 불순한 날에 집중되고 있어 사건 발생 시의 상황 판단 및 원인 분석에 많은 어려움이 있다. 이처럼 연안□해양지역의 환경은 관측하기 어렵기 때문에 연안□해양지역의 오염을 최소화시키기 위해 무선센서네트워크 기반의 환경모니터링 시스템 연구가 진행되고 있다[1]. 본 논문에서는 무선센서네트워크 기반의 연안□해양 환경모니터링 시

시스템을 이용해 연안□해양지역의 대기환경 정보는 물론 수질 환경의 정보를 측정하여 모니터링 하였다. 연안 및 해양 환경의 모니터링을 위해 직접 제작한 필드서버를 사용하여 필드서버로부터 5분 간격으로 온도, 습도, 조도, 기압, 이슬점의 대기환경 정보와 용존산소량(DO), 수소이온지수(pH), 수온 등의 수질환경 정보를 측정된 후 측정된 환경 정보를 베이스스테이션으로 전송하고 모니터링 하도록 하였다. 환경 정보를 전송할 때 정확하고 신속한 전송을 위하여 데이터 전달 확률이 높은 플러딩 라우팅 프로토콜 전송방식을 이용하여 전달하였다. 그리고 제작된 외부센서모듈과 Telosb 계열의 센서노드를 구동하기 위해서 무선센서네트워크 기반의 초소형 운영체제인 TinyOS를 활용하여 프로그램 하였으며, 또한 서버 컴퓨터에서 연안□해양지역의 환경 상태를 모니터링 할 수 있도록 C# 언어를 이용해서 연안□해양 환경모니터링 프로그램을 개발하였다.

## II. 환경모니터링 시스템 구성

그림 1은 연안□해양 환경모니터링 시스템의 전체 시스템 구성을 보여주고 있다. 연안□해양지역에 환경용 필드서버를 배치하여 대기 및 수질 환경정보를 수집하고 수집된 환경정보를 플러딩 라우팅 프로토콜로 전송하여 모니터링하게 된다. 이러한 환경모니터링 시스템은 크게 3부분으로 구성된다. 온□습도, 조도, 기압 등의 대기 환경용 센서와 수질 환경용 센서를 이용하여 대기 및 수질정보를 측정하는 센서모듈 부분 그리고 측정된 연안□해양의 환경정보를 플러딩 라우팅 프로토콜로 전달하는 무선 센서노드 부분과 또한 PC로 전송된 환경정보를 모니터링 및 분석하도록 하는 모니터링 부분으로 구성하였다.

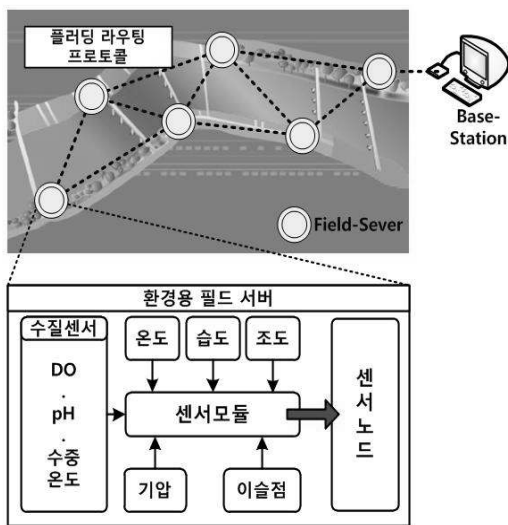


그림 1. 전체 시스템 구성도

## III. 하드웨어 구성

본 논문의 실험을 위하여 연안□해양 환경용 센서보드와 무선센서노드가 통합된 필드서버를 설계 및 제작하였다. 대기 환경용 센서모듈은 마이크로 컨트롤러인 ATmega128을 사용하였으며, ATmega128은 저전력으로 활용할 수 있도록 최대 8MHz 클럭으로 동작이 가능하며, 128k의 용량을 갖고 있는 내부 FLASH 메모리는 ISP를 통해 프로그램이 가능하다[2]. 대기 환경용 센서모듈의 특징은 표 1에 나타내었다.

표 1. 대기 센서모듈의 사양

|                     |  |
|---------------------|--|
| MCU                 | ATmega128  |
| Date Memory         | 4 KB RAM, 4 KB EEPROM                              |
| External Memory     | 64 KB  |
| Interface           | SPI, JTAG  |
| Operating Frequency | 0 - 16Mhz  |
| Sensor              | SHT-11 (온도, 습도, 이슬점)<br>CDS (조도)<br>SMBA-1000 (기압) |

표 2. 600XL Sonde 수질 환경용 센서의 사양

|                       |   |
|-----------------------|---|
| Available Sensors     | Temperature, Conductivity, Dissolved Oxygen, pH, ORP, Depth                     |
| Operating Environment | fresh, sea, polluted water<br>Temperature: -5 to +50 °C<br>Depth: 0 to 200 feet |
| Storage Temperature   | sonde : -40 to +60 °C<br>all sensors except pH and pH/ORP : -10 to +60 °C       |
| Memory                | 384 KB  |
| Interface             | RS-232C, SDI-12   |
| Power                 | External 12 VDC<br>(8 to 13.8 VDC)  |

대기 환경용 센서로는 온·습도, 조도, 기압, 강우 감지의 4가지 디지털 및 아날로그 센서를 사용하였으며, 수질 환경용 센서는 YSI Environmental사의 YSI600XL Sonde 제품을 사용하였다. 본 논문을 위한 테스트드 실험에서는 용존산소량(DO)과 수소이온지수(pH), 수온의 정보만 측정하였고, 사용한 수질 센서의 자세한 사양은 표 2에 나타내었다. 환경용 필드서버로부터 수집된 환경정보 데이터는 무선통신을 위한 하나의 패키지로 조합되어 UART 포트를 통하여 센서노드로 전달된 후 플러딩 라우팅 프로토콜 전송방

식을 통해 주변 환경용 필드서버나 원격지 베이스스테이션으로 무선으로 전송되어 연안□해양지역의 대기 및 수질 환경을 모니터링하게 된다.

#### IV. 플러딩 라우팅 프로토콜의 구현

본 논문에서는 측정된 대기 및 수질정보를 신뢰성 있게 전송하기 위하여 플러딩 라우팅 프로토콜을 구현하였다. 플러딩 라우팅 프로토콜은 무선 애드혹(Ad-hoc) 네트워크에서 사용하는 가장 기본적인 라우팅 기법으로 그림 2에 애드혹 네트워크의 개념을 나타내었다.

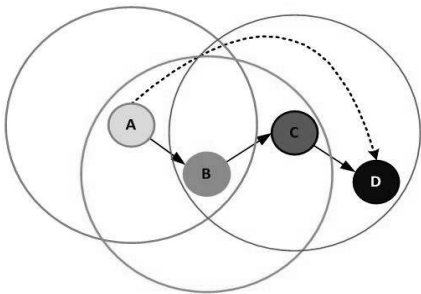


그림 2. 애드 혹 (ad-hoc) 네트워크의 개념

플러딩 라우팅 프로토콜은 특별한 패스 없이 네트워크에 있는 모든 노드가 패킷을 포워딩하는 기법으로, 소스노드는 먼저 생성된 패킷을 주변 노드들에게 브로드 캐스트 형태로 전송하고, 패킷을 받은 노드는 다시 브로드 캐스트 형태로 자신의 이웃노드에게 그 패킷을 전달하는 방식을 가진다. 플러딩 라우팅 프로토콜 전송방식은 여러 노드간의 패킷 전송이 이루어지기 때문에 데이터 전달 확률이 높으며 네트워크의 토폴로지 변화에 신속하다는 장점이 있다[3,4].

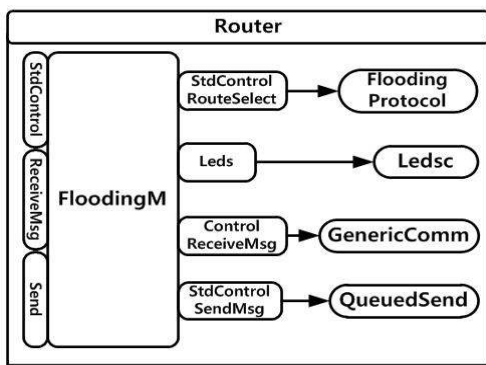


그림 3. 플러딩 라우팅 프로토콜을 구현을 위한 컴퍼넌트 구성

본 논문에서의 플러딩 라우팅 프로토콜은 환경용 필드서버의 센서모듈로부터 수집된 대기 및 수질 정보를 UART로 받은 후 센싱 데이터를

Router 컴포넌트를 이용하여 대기 및 수질 데이터를 전달하였다. 전달된 수신데이터는 주변필드노드에서 수신된 패킷이 중복이 되었는지를 FloodingM 컴포넌트에서 판단된다. 이 Flooding 컴포넌트는 단지 데이터를 전달할 뿐만 아니라 플러딩 프로토콜의 임플로전(Implosion)이라는 문제를 해결하도록 고안 및 설계되었으며, 그림 3은 구현된 컴포넌트의 구성을 보여주고 있다.

#### V. 실험 및 결과

그림 4는 본 논문의 실험을 위해 제작된 환경용 필드서버이다. 이 환경용 필드서버는 대기 및 수질정보를 측정하기 위한 센서모듈과 측정된 정보를 무선으로 전송하는 센서노드, 환경용 필드서버에 전력을 공급할 배터리, 배터리 충전을 위한 솔라셀(solar cell) 패널로 구성되어 있다.



그림 4. 제작된 환경용 필드서버

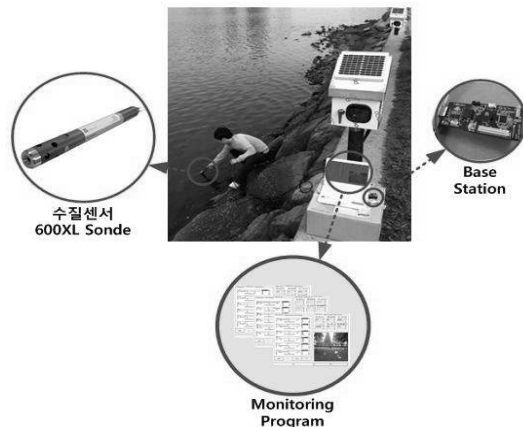


그림 5. 실험 환경

이러한 환경용 필드서버를 연안 해안지역에 그림 5와 같이 10m의 일정한 간격으로 배치시켜 무선 센서네트워크 환경을 구성한 후 대기 및 수질정보를 측정하였다. 배치된 환경용 필드서버로부터 5분 간격으로 측정된 환경정보를 플러딩 라

우팅 프로토콜 전송 방식으로 전달하여 모니터링 하였다. 측정된 대기 및 수질정보가 플러딩 라우팅 프로토콜 전송방식을 활용하여 원격지인 베이스스테이션으로 패킷형태로 전송되어 진다. 전송되어진 패킷은 각각 온도, 습도, 조도, 기압, 이슬점의 대기정보와 DO, pH, 수온의 수질정보로 구성되어 있으며, 연안-해양 환경모니터링 시스템에서 환경정보의 패킷분석을 위하여 FC FC의 2 바이트를 추가하여 구성하였다. 그리고 환경용 필드서버로부터 원격지 베이스스테이션으로 전송된 환경정보를 그룹정보별로 구분하여 어느 지역의 환경용 필드서버로부터 환경정보가 수신되었는지 확인한다. 그룹별로 구분된 환경정보를 다시 한번 각각의 센서정보별로 구분한 후 각각 그래프, 숫자 형태로 나타내어 모니터링하게 된다. 이를 그림 6의 흐름도로 나타내었다.

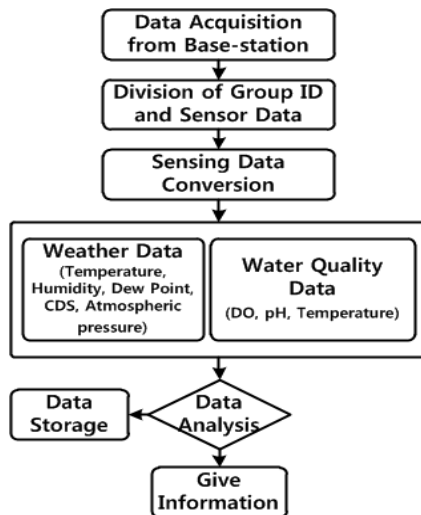


그림 6. 모니터링 프로그램 흐름도



그림 7. 환경 정보 모니터링 프로그램

그림 7은 베이스스테이션으로 전송된 대기 및 수질정보를 모니터링 프로그램을 통해 실시간 감시할 모습을 보여주고 있다. 수신된 데이터를 분석한 후 환경용 필드서버별로 센서 정보를 표시

하며 표시되는 환경정보는 환경용 필드서버로부터 베이스스테이션으로 전송 될 때마다 실시간으로 처리하여 업데이트된 정보를 나타낸다.

## VI. 결론

본 논문에서는 연안-해양지역의 대기 및 수질 환경을 측정하여 오염을 예방하기 위한 연안-해양 환경모니터링 시스템을 개발하였다. 전송 시 플러딩 라우팅 프로토콜 전송방식을 이용하여 전달함으로써 신뢰성 있는 대기 및 수질데이터의 획득과 전송으로 인한 오프라인에서의 모니터링을 위한 시간단축, 측정비용 절감, 오염 발생 시 대처시간, 유지보수 등에서의 향상된 결과를 기대할 수 있다. 이러한 연안-해양 환경모니터링 시스템의 활용으로 연안-해양지역의 환경에 대한 대기·수질의 예보 및 신뢰도 향상을 통해 재해로 인한 사회-경제적 피해를 최소화할 수 있을 것으로 기대된다. 추후 이를 모바일 기기로 언제 어디서든지 환경모니터링 할 수 있도록 안드로이드 기반의 모바일 모니터링 시스템을 구현하고자 한다.

## 감사의 글

이 논문은 부산시, 부산테크노파크 및 (주)인타운의 지원을 받아 수행된 2010년 산학공동기술혁신사업의 연구결과임.

## 참고문헌

- [1] 안성모, 김재경, 유재호, 정상중, 정완영, "국지기상 모니터링을 위한 WSN 기반 필드서버 제작", 한국해양정보통신학회 논문지, 제15권, 제2호, pp. 493-500, 2011.
- [2] 정완영, 정상중, 김중진, 권태하, "무선센서 네트워크와 CDMA망을 이용한 국지적 기상모니터링 시스템", 한국해양정보통신학회, 제13권, 제8호, pp. 1713-1720, 2009.
- [3] K. Akkaya, M. Younis, "A survey of routing protocols in wireless sensor networks", in the Elsevier Ad Hoc Network Journal, Vol. 3, No. 3, pp. 325-349, 2005.
- [4] Gergely Vakulya, "Energy Efficient Percolation Driven Flood Routing for Large-Scale Sensor Network", Proceedings of the International Multiconference on Computer Science and Information Technology, pp. 877-883, 2008.