

플러딩 라우팅 프로토콜을 이용한 WSN 기반의 연안 환경 모니터링 시스템

유재호¹ · 이창희² · 옥영석³ · 정완영^{1,+}

WSN-based Coastal Environment Monitoring System Using Flooding Routing Protocol

Jae-Ho Yoo¹, Chang-Hee Lee², Young-Seok Ock³, and Wan-Young Chung^{1,+}

Abstract

The rapid water pollution in stream, river, lake and sea in recent years raises an urgent need for continuous monitoring and policy-making to conserve the global clean environment. In particular, the increasing water pollution in coastal marine areas adds to the importance of the environmental monitoring systems. In this paper, the mobile server is designed to gathers information of the water quality at coastal areas. The obtained data by the server is transmitted from field servers to the base station via multi-hop communication in wireless sensor network. The information collected includes dissolved oxygen(DO), hydrogen ion exponent(pH), temperature, etc. By the information provided the real-time monitoring of water quality at the coastal marine area. In addition, wireless sensor network-based flooding routing protocol was designed and used to transfer the measured water quality information efficiently. Telosb sensor node is programmed using nesC language in TinyOS platform for small scale wireless sensor network monitoring from a remote server.

Keywords : Water Quality Monitoring, Costal and Marine, Filed Server, Flooding Routing Protocol, Environmental Monitoring System

1. 서론

우리나라 국토의 핵심부를 이루는 한강, 낙동강, 금강, 연산강 유역은 국토의 63.7%를 차지하고 있으며, 수도권 2,000만명, 영남권 1,300만명, 충청 및 호남 900만명이 사용해야 하는 소중한 우리의 자원이다. 그러나 최근 가정의 생활하수, 공장의 폐수 등의 점 오염원과 농업 및 축산 폐수, 농약, 비료 등에 들어있는 여러 가지 유기물이나 중금속, 독성물질 등의 비점 오염원으로 인한 수자원의 오염으로 인해 인류는 생존에 심각한 위협을 받고 있다. 우리나라에서는 하루 평균 19,724천톤의 오·폐수가 발생하고 있으며, 생활하수가 15,463천톤(78%)로 가장 많고, 산업폐수는 4,068천톤(21%), 축산

폐수는 193천톤(1%)가 발생되고 있다.

생활하수는 부엌(36%), 화장실(30%), 목욕탕(23%), 세탁(11%)의 비율로 발생되며, 수질오염의 주원인으로는 생활하수, 산업폐수, 농·축산폐수, 가축의 분뇨 등이 있다. 특히, 1991년 3월 구미공단 내에서 폐놀원액 30톤이 낙동강에 누출 되었고, 1991년 9월 황산 2톤을 실은 유조선 트럭이 낙동강 상류일대에 추락하면서 물고기가 떼죽음 당하는 일이 발생하였다. 그리고 1994년 1월 발암성 물질인 벤젠, 톨루엔 및 암모니아성 질소, 폐압연유 등에 오염된 수돗물이 공급되었으며, 1994년 6월 기준 0.02 ppm의 5,300배 초과인 106 ppm이 검출되어 낙동강 수계 12개 정수장에서 취수가 중단되는 일이 발생하였다. 이와 같이 지난 십 수년간 수질오염으로 인한 그 폐해의 심각성은 나날이 더해가고 있다. 이러한 수질오염의 예방을 위한 기존의 연안·해양지역의 환경관리 시스템은 사람이 직접 수질정보를 수집해 오는 방식이 주를 이루어 상황 판단 및 원인 분석에 많은 어려움이 있었다. 연안·해양지역의 오염을 최소화시키기 위한 무선센서네트워크 기반의 고 신뢰성 저가형 이동식 모니터링 기술의 필요성이 증대되고 있다[1]. 그러한 의미에서 무선센서네트워크 기술을 활용해 필요한 영역에서 제한된 기간 동안만 쉽게 연안·해양지역을 모니터링 하여 수질오염을 최소화하기 위한

¹부경대학교 전자공학과(Department of Electronic Engineering, Pukyong National University)

²(주)인타운(INTOWN Co.,LTD.)

³부경대학교 시스템경영공학과(Department of System Management and Engineering, Pukyong National University)

⁺Corresponding author: wychung@pknu.ac.kr

(Received : Aug. 19, 2011, Revised : Dec. 13, 2011, Accepted : Dec. 20, 2011)

본 연구가 시작되었다. 본 논문에서는 무선센서네트워크 기반의 연안·해양 모니터링 시스템을 이용하여 수질정보를 측정 및 모니터링 하였다. 연안·해양 모니터링을 위해 이동성이 강조된 연안·해양용 필드서버를 제작하여 필드서버로부터 5분 간격으로 용존산소량, 수소이온지수, 수온의 수질정보를 측정 후 측정된 수질정보를 원격지인 서버PC로 전송하고 모니터링 하도록 하였다. 수집된 수질정보의 전송에는 정확하고 신속한 전송을 위해 데이터 전달 확률이 높은 무선센서네트워크 기반의 플러딩 라우팅 프로토콜(flooding routing protocol) 전송방식을 사용하여 전송하였다. 전개된 필드서버 간의 통신을 위해 Telosb 계열의 무선센서노드에 초소형 무선센서네트워크 플랫폼인 TinyOS 기반에서 nesC 언어로 프로그램 된 통신 프로토콜인 플러딩 라우팅 프로토콜을 구현하고자 하였다. 무선센서노드에서 사용되는 TinyOS는 무선센서노드의 제한된 자원인 네트워크 대역, 컴퓨팅, 배터리를 효율적으로 동작시키기 위해서 개발된 운영체제이며 특히, 이 운영체제는 이벤트 드리븐(event driven operation) 방식으로 태스크(task)와 이벤트(event) 기능을 통해 보다 빠른 처리로 에너지 효율을 최대한 높일 수 있는 장점을 가지고 있다. 또한 서버 PC에서 연안·해양지역의 환경 상태를 모니터링 할 수 있도록 C# 언어로 프로그래밍하여 연안·해양 모니터링 프로그램을 개발하였다.

2. 시스템구성

2.1 연안·해양 모니터링 시스템

Fig. 1 은 연안·해양 모니터링 시스템의 전체적인 시스템 구성상황의 개념을 보여주고 있다. 본 논문에서 제안하는 연안·해양용 모니터링 시스템은 연안·해양지역에 필드서버를 특정한 계획 없이 신속하게 배치한 뒤 배치된 필드서버로부터 수질정보를 수집하고 수집된 정보를 플러딩 라우팅 프로토콜로 전송한 후 모니터링 하게 되며 시스템 구성 면에서 크게 3부분으로 구성된다. 연안·해양지역에서의 수질정보로서 용존산소량, 수소이온지수, 수온의 정보를 수집하는 수질센서모듈, 수집된 수질정보를 플러딩 라우팅 프로토콜로 전달하는 무선센서노드 부분, 그리고 서버PC로 전송된 수질정보를 모니터링 및 분석하는 모니터링 부분으로 구성되어있다.

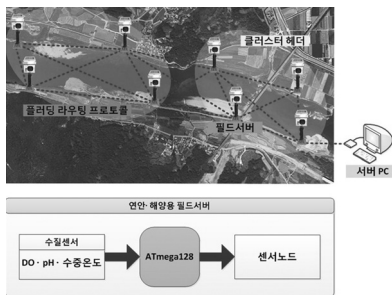


Fig. 1. Conceptual view of the monitoring system.

2.2 하드웨어 구성

2.2.1 필드서버

수질정보인 용존산소량, 수소이온지수, 온도의 정보를 수집할 수질 센서모듈과 송수신 제어를 위한 ATmega128 그리고 수집된 수질정보의 전송을 위한 무선센서노드를 포함하고 있는 연안·해양용 필드서버를 설계 및 제작하였다. Fig. 2는 제작된 연안·해양용 필드서버를 보여주고 있다.



Fig. 2. The structure of field server for the portable water quality monitoring system.

2.2.2 수질센서

본 논문의 연구를 위해 사용된 수질 센서는 YSI Environment(미국)사의 YSI600XL 제품을 사용하였다. 이 제품은 Table 1와 같이 다양한 항목이 측정이 가능하지만 테스트 베드 실험에서는 샘플 용액의 용존산소량과, 수소이온지수, 온도의 정보만 측정하였으며, Fig. 3은 수질 정보 수집을 위해 사용된 YSI600XL 제품에 내장된 센서를 보여주고 있다.



Fig. 3. Internal sensors of YSI600XL.

Table 1. Specifications of water sensor

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

2.2.3 자가 발전 기술

지속적인 수질정보의 수집을 위하여 주기적으로 배터리를 교환 및 교체해야 하는 번거로움을 없애기 위해 솔라셀 패널을 이용하여 자가발전 모듈을 제작함으로써 지속적이고 장기적인 관측 시스템이 가능하도록 하였다.

다음 Fig. 4와 같이 솔라셀 패널을 필드서버의 외부 상단에 연평균 최적의 경사각도인 35°로 설치하여 필드서버에서 수질정보를 수집하는데 필요한 전력을 생산 및 충전하도록 하였다.



Fig. 4. Self-energy generation using solar cell panel.

자가발전 모듈은 출력 전압 DC 17 V, 시간 당 5 W, 하루 평균 30 W 이상의 전력을 생산할 수 있다. 솔라 컨트롤러는 자가발전 모듈에서 공급 되는 DC 17 V를 DC 12 V로 감압하여 배터리를 충전하여 장비에 전원을 공급하도록 하였으며, 배터리 충전과 장비로의 전력공급을 동시에 수행하고 무선센서노드와 MCU 및 수질 센서에 일정한 전원을 공급해 주는 역할을 한다. 태양광으로 전원 공급이 불가능한 시간대에는 충전이 가능한 솔라 배터리를 사용하였으며,

솔라 배터리로 사용되는 전지는 납축전지를 사용하였다. 장시간 태양광 충전이 되지 않아 전압이 DC 11.4 V 이하로 내려가는 과방전 현상이 발생하면, 납축전지의 특성상 배터리의 손상 문제가 발생한다. 이럴 경우 솔라 컨트롤러에서 자동으로 전원 공급을 차단하여 배터리의 손상을 막아 배터리의 고장을 방지하도록 하였다. MCU, 무선센서노드, 수질 센서의 전원 공급은 솔라 컨트롤러에서 공급받은 DC 12 V 전압을 레귤레이터와 저항을 사용하여 감압해서 사용하였다. 무선센서노드에는 DC 3.3 V, MCU에는 DC 5 V의 전압이 공급되며, 수질센서에는 DC 10 V의 전압이 공급되도록 하였다.

2.2.4 무선센서노드

플러딩 라우팅 프로토콜 전송방식을 위해 사용된 무선센서노드는 저가형, 고용량의 Flash Memory를 가진 MSP430F 마이크로 컨트롤러와 IEEE 802.15.4를 적용한 RF트랜시버(CC2420), 외부 플래시메모리(M25P80)로 구성되며, 주변 인터페이스와 확장 가능하도록 제작하였다.

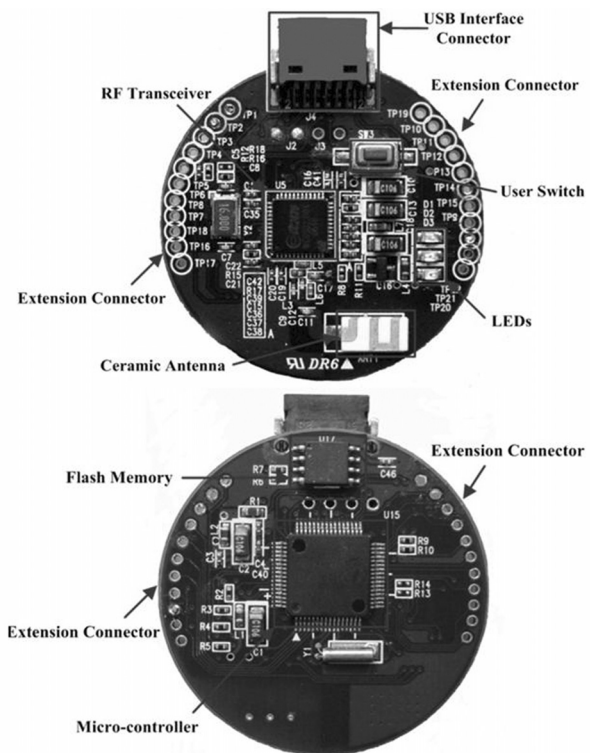


Fig. 5. Front and back views of the fabricated wireless sensor node.

무선센서노드의 동작은 2.5 V ~ 3.9 V의 유연한 입력전원을 사용하는 배터리 전원을 사용하며, 3 V 배터리로 전원을 인가할 경우 송수신 상태에서 40 mA, 대기 상태에서 20 uA정도의 전력을 소모한다. 무선센서노드의 외부 확장커넥터에 ATmega128을 연결하여 수질센서에서 수질정보를 수집하도록 설계 및 제작되었다[2]. 제작된 무선센서노드를 Fig. 5에 나타내었다.

2.3 플러딩 라우팅 프로토콜의 구현

2.3.1 Ad-Hoc 네트워크

본 논문에서 사용된 플러딩 라우팅 프로토콜은 무선 애드 혹(Ad-hoc) 네트워크에서 사용하는 가장 기본적인 라우팅 기법으로, 기본적으로는 무선센서네트워크를 위한 무선센서노드의 전력량 절감보다는 신뢰성 있는 데이터 전달을 목표로 하는 라우팅 프로토콜이다. Fig. 6은 플러딩 라우팅 프로토콜의 개념을 나타내고 있다. 만약 A에서 D로 데이터를 보내려고 할 때, A의 무선 네트워크 송신 거리 내에 D가 있지 않을 경우 A는 B와 C를 거쳐서 D로 데이터를 전송할 수 있는데, 이러한 방식으로 데이터를 전송하는 것을 플러딩 라우팅 프로토콜이라고 한다.

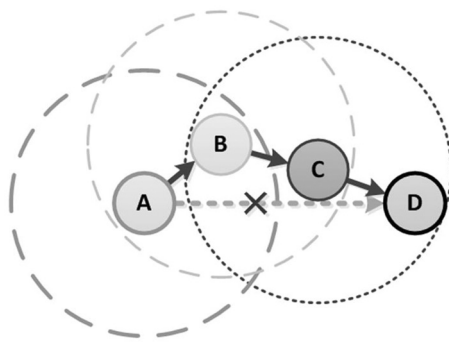


Fig. 6. Concept of flooding routing protocol.

2.3.2 플러딩 라우팅 프로토콜의 구현

현재 시행되고 있는 환경 모니터링 시스템은 대부분 장비의 크기가 크고 고정형 네트워크를 사용하고 있어, 설치된 지역의 기상정보만 관측 할 수가 있으며 확장성이 떨어진다. 반면에 본 논문에서 사용된 필드서버는 크기가 작은 점을 강조하여 어디든지 자유롭게 설치하여 사용할 수 있도록 자율형 네트워크인 플러딩 라우팅 프로토콜을 사용하였다. 플러딩 라우팅 프로토콜은 다른 라우팅 프로토콜에 비해 알고리즘 설계가 간단하며 확장성이 우수하며 신뢰성 있는 데이터 수집이 가능하다는 장점이 있다.

이러한 플러딩 라우팅 프로토콜은 특별한 패스 없이 네트워크에 있는 모든 노드가 패킷을 포워딩(forwarding) 하는 기법으로, 소스 노드는 먼저 생성된 패킷을 주변 노드들에게 브로드 캐스트 형태로 전송하고, 패킷을 받은 노드는 다시 브로드 캐스트 형태로 자신의 이웃노드에게 그 패킷을 전달하는 방식을 가지며, 각 노드는 전달된 패킷 경로로 라우팅 테이블을 만들게 된다. 결국 전송된 패킷이 전체 노드들에게 퍼져가는 방식을 플러딩이라고 한다. 플러딩 라우팅 프로토콜 전송방식은 여러 노드간의 패킷 전송이 이루어지기 때문에 데이터 전달 확률이 높고, 네트워크 토폴로지 변화에 신속한 장

점을 가지고 있다[3-5].

연안·해양지역에 배치된 필드서버에서 수집된 수질정보를 무선으로 전송할 수 있는 거리의 범위가 한정되어 있기 때문에, 멀리 떨어져 있는 다른 필드서버나 베이스스테이션으로 수질정보를 전송하기 위해서는 주변 다른 노드들의 도움이 필요하다. 주변에 존재하는 모든 노드들이 서로 협력하여 자유로운 망을 형성하고 서로간의 데이터를 포워딩하여 싱크 노드(sink node)에게로 전송해 줄 수 있는 네트워크가 필요하다. 네트워크가 형성되는지를 실험하기 위해서 네트워크 범위를 10 m하여 플러딩 라우팅 프로토콜을 구현하였다. 소형RF칩을 이용한 지그비 통신의 경우 소모되는 전력의 크기와 적절한 안테나의 설계에 따라 각 무선통신 노드 사이의 거리가 100 m ~ 500 m까지 통신이 가능한 것으로 알려져 있다.

기존의 플러딩 라우팅 프로토콜은 먼저 생성된 패킷을 주변 노드들에게 브로드 캐스트 형태로 전송하고, 패킷을 받은 노드는 다시 브로드 캐스트 형태로 자신의 이웃 노드에게 그 패킷을 전달하여 전체 노드들에게 전달하는 방식이다. 이로 인해서 패킷을 계속해서 무작정 전달만 하다 보면 같은 패킷을 다시 전송하는 문제가 발생할 수 있다. 본 논문에서는 이러한 패킷의 무한 루프를 방지하기 위해 패킷마다 특정 시퀀스 번호를 부여하고 한 번 받은 패킷은 두 번 다시 전송하지 않도록 하기 위해서 무한루프 값의 범위를 10으로 한정하였으며, 이상의 포워딩이 이루어질 경우 자동으로 폐기하도록 하였다. 또한 네트워크 트래픽을 최소화하기 위해서 필드 서버 간 통신은 중계 노드로만 멀티 홉 통신이 가능하도록 구현하였다. 또한 필드서버의 수질센서에서는 5분 간격으로 수질정보를 획득하고 시리얼 통신으로 데이터를 무선센서노드로 전송되며 무선센서노드에서는 즉시 데이터를 중계 노드로 전달된다.

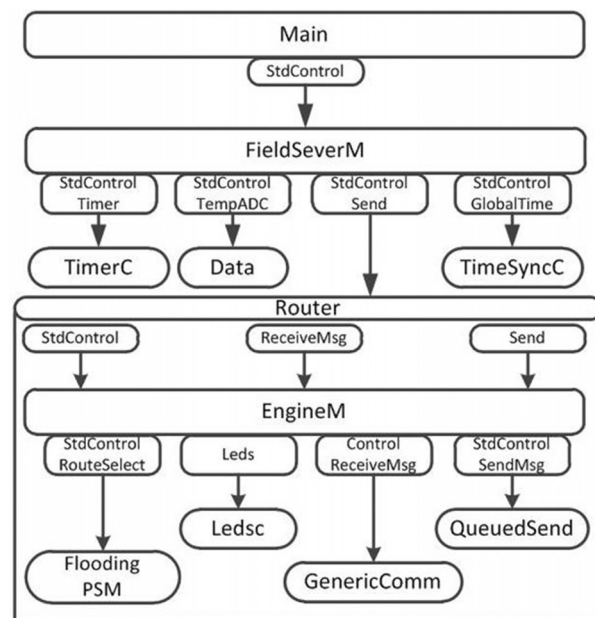


Fig. 7. Components configuration for the flooding routing protocol.

Fig. 7은 플러딩 라우팅 프로토콜의 컴포넌트 구성을 나타낸 것으로 fired() 이벤트를 발생하도록 설정한 TimerC 컴포넌트, 센서 모듈로부터 수집된 기상데이터를 받기 위한 Data 컴포넌트, 그리고 센싱한 데이터 및 수신 데이터의 경로 설정 및 전송을 담당하게 되는 Router 컴포넌트, 시간 동기화 및 Global Time 설정을 위한 TimeSyncC 컴포넌트로 구성되어 있으며, 수신된 패킷 및 전송할 패킷의 경로 설정에 대한 FloodingM 컴포넌트, Flooding을 위한 경로 선택 모듈인 Flooding Protocol 컴포넌트로 이루어져 있다. 그 외 시간 동기화 관리 및 Global Time 유지하기 위한 TimeSyncM, Fired() 이벤트를 발생하게 하는 TimerC, 시간 동기화 패킷 전송과 시간 동기화 패킷 수신을 위한 QueuedSend와 GenericComm 컴포넌트를 사용하여 구성하였다.

3. 실험 및 결과

3.1 테스트 베드 환경

Fig. 8는 본 논문에서 제안된 시스템을 위한 테스트 베드 실험 환경을 보여주고 있다. 본 연구에서는 실증 실험을 위하여 제작된 3개의 필드서버를 10 m의 일정한 간격으로 특정 지역에 배치하여 무선 센서 네트워크를 구축하였고 배치된 연안·해양용 필드서버로부터 수집되는 용존산소량, 수소이온지수, 수질온도의 수질정보를 5분 간격으로 플러딩 라우팅 프로토콜 전송방식을 사용하여 원격지 서버 PC로 전송하여 모니터링 하였다.

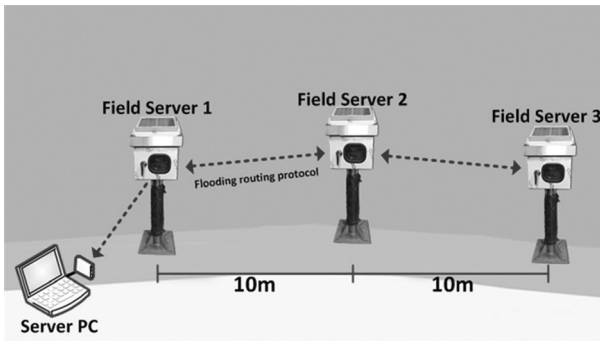


Fig. 8. Test-bed environment for water monitoring system.

3.2 수질정보의 패킷 구성

Fig. 9는 연안·해양지역에 배치된 필드서버로부터 수집되어 서버PC로 전송되어진 수질정보의 패킷 구성을 보여주고 있다. Header Message와 Multi-Hop Message, Oscilloscope Message로 구성되어 있다. Multi-hop Message는 목적 노드 (sending node)와 자신 노드(original node) 그리고 홉 카운트 (hop count), 시퀀스 넘버(sequence number)로 구성 되어있으며,

Oscilloscope Message는 수질정보가 저장된 공간으로 사용되며 용존산소량, 수소이온지수, 수질온도의 수질정보를 각각 2바이트씩 총 6바이트와 모니터링 시스템에서 수질정보의 패킷 분석을 위한 FCFC의 2바이트를 추가하여 총 8바이트로 구성되었다. Multi-Hop Message 내의 센딩 메시지(sending message)는 목적 노드인 서버PC로 보내기 위해서 사용하는 패킷으로, 오리지널(original message) 패킷과 더불어 멀티 홉을 형성하도록 사용되며 이 오리지널 메시지는 필드서버 자신의 ID를 가리킨다. 또한 노드마다 패킷이 발생 될 경우 각 패킷마다 번호가 할당된다. 그리고 홉 카운터 (hop counter)는 필드서버와 서버 PC 사이의 홉 경로를 가리키는 역할을 하도록 하였다.

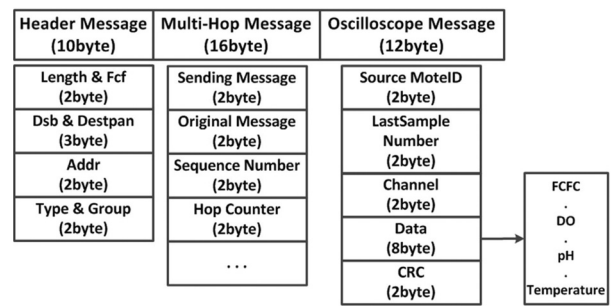


Fig. 9. Data packet configuration.

3.3 모니터링 시스템

연안·해양용 필드서버로부터 원격지 서버PC로 전송된 수질정보를 그룹정보 별로 구분하여 어느 지역의 연안·해양용 필드서버로부터 수질정보가 수신되었는지 확인한다. 그리고 그룹별로 구분된 환경정보를 다시 한번 각각의 센서정보 별로 구분을 하여 각각 그래프, 숫자 형태로 나타내어 모니터링을 하게 된다. 이를 모니터링 프로그램 흐름도인 Fig. 10에 나타내었다.

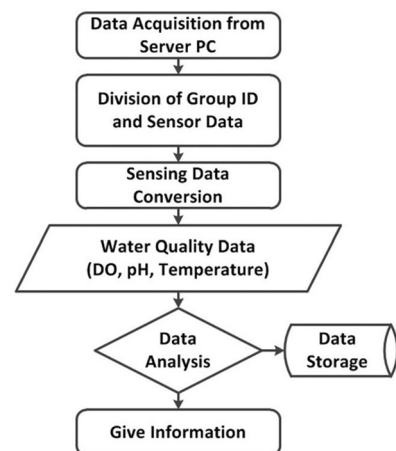


Fig. 10. Components configuration for the flooding routing protocol.

Fig. 11는 필드서버로부터 수집된 수질정보를 플러딩 라우팅 프로토콜 전송방식을 통하여 원격지 서버PC로 들어온 수질정보를 연안·해양 수질 모니터링 시스템을 제작하여 확인한 결과이다. 수질정보를 분석한 후 필드서버 별로 Field Server 1,2,3번으로 탭을 나누어 각 필드서버로부터 수집된 용존산소량, 수소이온지수, 수중온도의 수질정보를 그래프와 실제 값으로 나타내어 확인할 수 있고, 필드서버로부터 서버PC로 수질정보가 전송 될 때마다 실시간으로 처리하여 업데이트된 정보를 나타내도록 프로그램 하였다.



Fig. 11. Monitoring system for the water quality measurement in wireless sensor network.

4. 결론

연안·해양지역의 수질정보의 수집을 위한 무선센서네트워크 기반의 높은 신뢰성 및 이동성을 가진 연안·해양 수질 모니터링 시스템을 개발하였다. 연안·해양지역에 배치된 필드서버간의 플러딩 라우팅 프로토콜 통신방식을 통해 필드서버로부터 수집된 수질정보를 원격지 서버PC로 전송하여 모니터링 하는 확장성이 우수한 연안·해양 수질 모니터링 시스템을 제작하였다. 전송 시 설계된 고신뢰성의 플러딩 라우팅 프로토콜 전송방식을 이용함으로써 신뢰성 있는 수질정보의 획득과 전송으로 인한 오프라인에서의 모니터링을 위한 시간단축, 측정비용 절감, 오염 발생 시 대처시간, 유지보수 등에서의 향상된 결과를 기대가 가능하게 되었다. 연안·해양 수질 모니터링 시스템을 위해 제작된 필드서버는 YSI600XL 수질센서모듈을 사용하여 수중의 용존산소량, 수소이온지수, 수중온도 3가지의 수질 정보를 5분 간격으로 멀티 흡으로 게이트웨이에 전달할 수 있

으며, 센싱을 하는 필드서버 이외에 중계 노드를 활용함으로써 수질정보의 수집이 필요한 연안·해양지역의 확장성을 보장하도록 하였다. 또한 플러딩에 의한 패킷의 무한 루프를 방지하게 위해 10회 이상의 패킷 루프를 차단하였고, 모니터링 PC에서 필드서버간의 통신경로도 모니터링 할 수 있게 하였다. 이러한 모니터링 시스템의 활용으로 연안·해양지역 수질정보의 신뢰도 향상을 통해 사회 경제적 피해를 최소화할 수 있을 것으로 기대된다.

감사의 글

본 연구는 교육과학기술부와 한국연구재단의 지역혁신인력양성 사업으로 수행된 연구결과임

REFERENCES

- [1] 안성모, 김재경, 유재호, 정상중, 정완영, “국지 기상 모니터링을 위한 WSN 기반 필드서버 제작”, 한국해양정보통신학회논문지, 제15권, 제2호, pp. 493-500, 2011.
- [2] 정완영, 정상중, 김종진, 권태하, “무선센서네트워크와 CDMA망을 이용한 국지적 기상모니터링 시스템”, 한국해양정보통신학회논문지, 제13권, 제8호, pp. 1713-1720, 2009.
- [3] K. Akkaya and M. Younis, “A survey of routing protocols in wireless sensor networks”, in the *Elsevier Ad Hoc Network Journal*, vol. 3/3, pp. 325-349, 2005.
- [4] G 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.
- [5] Tony Q. S. Quek, D. Dardari, and M. Z. Win, “Energy efficiency of dense wireless sensor networks: to cooperate or not to cooperate”, *IEEE Journal on Selected Areas in Communications*, vol. 25, no. 2, pp. 459-470, 2007.



유 재 호(Jae-Ho Yoo)

- 2010년 동서대학교 전자공학과(공학사)
- 2010년~현재 부경대학교 전자공학과(석사과정)
- 주관심 분야 : 무선센서네트워크, u-헬스케어, 아날로그 회로



이 창 희(Chang-Hee Lee)

- 1985년 동아대학교 전자공학과(공학사)
- 1993년 동의대학교 경영학과(공학석사)
- 2010년~현재 동의대학교 e-비즈니스학과(박사과정)
- 1985년~1996년 화승그룹 기획조정실
- 1998년~2001년 부산기톨릭대학교 겸임교수
- 1996년~현재 (주)인타운 대표이사



옥 영 석(Young-Seok Ock)

- 1978년~1982년 서울대학교 산업공학과(공학사)
- 1982년~1984년 한국과학기술원(KAIST)(공학석사)
- 1984년~1993년 한국과학기술원(KAIST)(공학박사)
- 현재 부경대학교 시스템경영공학과 교수
- 주관심 분야 : 생산정보시스템, 산업공학에서의 컴퓨터 응용 재고 관리



정 완 영(Wan-Young Chung)

- 1987년 경북대학교 전자공학과(공학사)
- 1989년 경북대학교 대학원 전자공학과(공학석사)
- 2009년 핀란드 오울루대학교 전기정보공학과(공학박사)
- 1997년~1998년 일본 규슈대학 총합 이공학연구과 연구교수
- 1999년~2008년 동서대학교 컴퓨터정보공학부 부교수
- 2008년~현재 부경대학교 전자공학과 정교수
- 주관심 분야 : 유비쿼터스 센서네트워크, 센서네트워크, 마이크로센서, 유비쿼터스 헬스케어