

선박 내 센서 노드 구성 및 라우팅 제안

이성로*, 정민아*, 김연근**, 민상원^o

Proposal of USN Configuratation and Routing Scheme Inside a Ship

Seong Ro Lee*, Min-A Jeong*, Yeongeun Kim**, Sang-Won Min^o

요 약

본 논문에서는 선박 내부에 IP-USN(Internet Protocol-Ubiquitous Sensor Network)망을 적용한 경우 선박 내부를 기능적으로 분류하여 센서 노드를 구성하고 효율적으로 라우팅할 수 있는 방안을 제안하였다. 이동성이 제한적인 선박의 기계실이나 기관실과 같은 경우에는 트리형태의 라우팅 기법을 적용하였으며 이동성이 많은 식당이나 휴게실과 같은 거주구역에는 메시 형태의 라우팅 기법을 적용하였다. 또한 싱크 노드와 센서 노드 사이의 경로를 주기적으로 유지하기 위해서 새로운 메시지 타입인 RDES(Routing Detect Sensor-Node) 형식의 메시지를 정의하였다. RDES 메시지를 이용함으로써 이동성에 상관없이 추가되는 센서 노드에 대한 경로 업데이트가 가능하다.

Key Words : IP-USN, LOAD, IPv6

ABSTRACT

In this paper, we consider a classification criteria of sensor nodes based on equipment function, and propose a routing search algorithm between node when an IP-USN is applied inside a ship. whereas a tree-type routing algorithm is applied to the limited mobile enviroment, such as engine room or machine room, a mesh-type routing algrithm is to free mobile enviroment, such as passager corridor liviing quarters or restanrats areas. For mesh-type routing, it is necessary to maintain a seamless route path between a sink node and sensor nodes for which we consider a novel message exchange periodically. We proposed a new message, RDES message, which is issued periodically to update the topology of sensor node and check a connectivity between nodes

I. 서 론

최근 많은 통신 기술의 발달로 언제 어디서나 인터넷을 접속할 수 있는 환경이 구축되어 있으며 관련 연구가 활발하게 진행하고 있다. 따라서 연구와 발전에 힘입어 인터넷을 접속할 수 있는 공간이 초기에는 집,

회사와 같이 고정된 장소에서 스마트 기기의 확산으로 도로, 자동차, 선박 등 다양한 범위로 확대되고 있다. 이러한 영향으로 스마트 자동차, 스마트 홈, 스마트 쉽, 스마트 조선소 등 여러 신조어가 생겨 나기 시작하였으며, 이러한 서비스를 만족하기 하기 위해서 현재 많은 기업들이 관련 프로젝트에 참여 하고 있다.

* 본 논문은 2013년도 정부(미래창조과학부)의 재원으로 한국연구재단의 지원(No.2011-0029321)과 2012년도 정부(교육부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업(2012R1A1A2007155) 및 미래창조과학부 및 정보통신산업진흥원의 IT융합 고급인력과정 지원사업의 연구결과로 수행되었음(NIPA-2014-H0401-14-1009)

• First Author : Dept. of Information & Electronics Engineering, Mokpo National University, srlee@mokpo.ac.kr, 정회원

o Corresponding Author : Dept. of Electronics and Communications Engineering, Kwangwoon University, min@kw.ac.kr, 정회원

* Dept. of Computer Engineering, Mokpo National University, majung@mokpo.ac.kr, 정회원

** Dept. of Electronics and Communications Engineering, Kwangwoon University, kyg@kw.ac.kr, 학생회원

논문번호 : KICS2014-05-162, Received May 2, 2014; Revised August, 7, 2014; Accepted August, 7, 2014

선박에 대한 운행 상태, 내부 장비에 대한 점검을 하기 위해서는 선박 내부에

센서 노드로부터 실시간으로 데이터를 전송받아야 한다. 센서 네트워크는 Wireless 기술인 지그비나 와이파이가 같은 기술들이 접목 된 센서노드와 싱크노드로 구성 되어 있다. 센서에 대한 정보는 싱크노드를 통해 게이트웨이를 지나 IP(Internet Protocol) 네트워크를 통해 사용자나 관리자를 통해 정보를 받을 수 있다. 센서 노드와 싱크노드를 추가하여 이동성과 확장성을 증가시키기 위해 IPv6 주소 체계를 적용하여 IP-USN 시스템이 구축되었다¹¹⁾. 싱크노드에서 센서 노드로 데이터가 전송되기 위해서는 센서 노드는 싱크노드로 전송되는 경로를 알고 있어야 한다. 센서 노드가 활성화 되었을 때 는 싱크 노드를 찾기 위한 경로 설정 과정이 필요하다. 이는 선박 내부에서 이동성이 주어진 구역에서 정보를 좀 더 유연하게 도와준다. 따라서 센서 노드가 추가되거나 제거 되었을 때 주기적으로 경로에 대한 업데이트 과정을 통해 경로를 미리 파악해야 한다¹²⁾. 따라서 센서 네트워크에서 노드가 추가 되거나 제거 되었을 때 변화되는 네트워크에 대한 경로를 실시간으로 업데이트 해주어야 한다. 실시간으로 경로가 업데이트 됨으로써 경로 탐색에 대한 지연시간을 줄여 보다 효율적인 데이터 송 수신 환경을 제공 할 수 있다. 본 논문에서는 선박 내부에 센서 노드를 기능별로 구성하고 이동성을 갖는 센서 노드에서는 비활성 상태에서 주기적으로 경로를 업데이트 함으로써 센서 노드가 활성화 되었을 때 주어진 경로로 데이터가 전송될 수 있는 방안을 제시하였다.

II. 관련 이론

2.1 계층적 라우팅 프로토콜

계층적 라우팅 프로토콜은 IEEE 802.15.4의 MAC(Media Access Control)과 PHY(Physical) 계층을 기반으로 센서 네트워크를 Ad-hoc 네트워크로써 효율적인 라우팅 프로토콜이다. 계층적 라우팅 프로토콜은 센서 노드 트리 형태의 토폴로지를 구성한다. 트리형태의 네트워크 토폴로지는 라우팅에서 루트를 방지하고 노드간의 관계를 부모와 자식으로 형성하여 경로를 찾는 메시지를 보내지 않고 경로를 탐색하는 장점을 갖는다¹³⁾.

2.2 LOAD

LOAD(6LoWPAN Ad Hoc On-Demand Distance Vector Routing)는 AODV(Ad-hoc On-demand Distance

Vector)를 기초로 6LoWPAN(IPv6 over Low Power Wireless Person Area Network)을 위한 간단한 요구 기반의 라우팅 프로토콜로서 IEEE 802.15.4 장치들 사이에 라우팅 경로를 유지하고 성립하기 위한 멀티홉 라우팅이 가능하다. 또한 LOAD는 6LoWPAN을 기반으로 하여 16-Bit Address와 EUI-64 Address를 가질 수 있다.

기존의 LOAD의 메시지는 싱크 노드에서 센서 노드를 찾기 위해 Broadcast 하는 RREQ(Routing-Request), 싱크노드로부터 받은 메시지에 대한 응답 하는 RREP(Routing-Reply), 라우팅 테이블에 없거나 센서 노드에 문제가 있을 때 동작하는 RERR(Routing Error)메시지가 있다. LOAD는 경로를 발견하기 위해 RREQ, RREP 메시지를 사용하며 링크 에러 검출을 위해 RERR 메시지를 사용한다. 그림 1은 LOAD의 경로 탐색을 설명하기 위한 그림이다. 최초 송신지 S는 최종 목적지인 C를 찾기 위해 그림에서처럼 RREQ 메시지를 Broadcasting한다. RREQ 메시지를 수신한 C 혹은 D의 경로를 알고 있는 센서 노드는 그림 1 처럼 RREQ의 역 경로를 통하여 RREP 메시지를 Unicasting을 통해 알려 줌으로써 D에 대한 경로를 확정한다. 또한 각 노드들은 최초 송신 노드에서 최종 수신 노드까지의 경로를 찾기 위해 역 경로 주소 및 경로 비용 등을 임시로 저장하는 경로 요청 테이블과 최종 경로를 찾고 난 후 완성되는 경로와 중간 노드에서부터 최초 송신 노드로 향한 경로에 대한 라우팅 테이블을 관리한다¹⁴⁾.

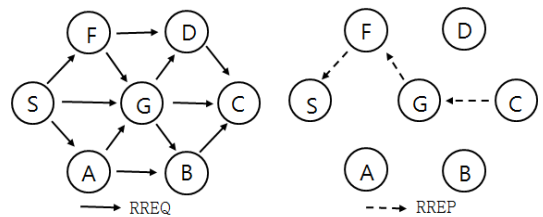


그림 1. LOAD의 경로 탐색
Fig. 1. Routing Search of LOAD

III. 선박 내부 센서 노드 구성 방안 제안

3.1 센서 노드를 선박 내부에 적용하는 방안

선박의 상태, 장비에 대한 점검을 원격 관리자를 통해 선박 내부의 센서 노드로부터 실시간으로 데이터를 전송받아야 한다. 이 기능을 구현하기 위해 리와 메시 토폴로지 형태의 라우팅 기법을 적용하여 효율

적으로 선박 내부 상황을 모니터링하고 제어할 수 있는 관리 체계를 제안하였다.

트리 형태는 선박 내부에서 가장 하단이면서 기능적으로 이동성이 제한되는 구역인 기관실(Engine Room), 화물창(Cargo Hold) 그리고 이중저(Double Bottom) 부분에 적용된다. 따라서 기관 제어실에 싱크 노드가 적용하여, 추진기관과 발전기, 그리고 보일러와 각종 선박에 사용펌프와 같은 보조 기관들의 정보를 기관 제어실에 있는 싱크 노드로부터 원격 제어실로 데이터들이 전송된다. 또한 선박이 좌초되어 파손을 입었을 경우 선박의 해수 침수 방지 및 내부의 유류나 이물질이 해양으로 흘러들어가 오염을 최소화하기 위해 트리형태로 센서 네트워크를 통해 현재 상태에 대한 정보를 얻을 수 있다.

메시 형태는 선원실이나 사무실, 식당, 휴게실 등이 설치된 장소인 거주구역(House Marine), 조타실, 항해 계기, 무선 설비가 설치되어 있는 선교(Bridge)에 적용한다. 승객의 위치를 선실 내부에 설치된 여러 센서 노드들을 통해서 정보를 얻어 올수 있으며, 선박이 좌초 되었을 때 배 안의 승객의 위치를 곳곳에 있는 센서 노드를 통해 모니터링 함으로써 위급한 상황에도 유용하게 적용할 수 있다.

3.2 제안된 선박 내부의 센서 노드 구성

센서 네트워크의 대표적인 응용 분야인 환경 모니터링, 정보 수집 등에서 대부분의 데이터 패킷은 센서 노드에서 싱크 노드로 향한다. 이는 센서 노드 사이의 정보 교환 보다는 센서 노드와 싱크 노드 사이의 정보 교환이 상대적으로 많음을 의미한다.

그럼 2는 본 논문에서 제안하고자 하는 선박 관리 개요도를 나타낸다. 선박을 관리하기 위해 두 가지 토폴로지 형식이 적용되었다. Type 1은 센서 노드가 트리형태의 토폴로지를 구성한 형태인 계층적 라우팅

프로토콜이다. 계층적으로 주소를 할당하는 방법은 장치의 능력이 제한적인 센서 노드에 적합하기 때문에 선박의 엔진, 이나 기타 항법장치와 같은 시스템에 적용할 수 있을 것이다. Type 2는 센서 노드가 메시 형태로 구성된 토폴로지 형태이다. 메시 형태의 토폴로지는 데이터를 전달하지 않는 경우에는 사용되지 않기 때문에 적은 오버헤드를 이용하여 이동성을 가진 센서 노드에 적용할 수 있을 것이다.

Type 1, 2의 차이점은 선박 내부의 장비들이 이동성을 갖는 여부, 기능에 따라 다르다. Type 2에서는 이동성이 제한적인 선박의 장비들에 대한 정보를 얻기 위해 계층적으로 노드를 배치하였다. 따라서 Type 2에서는 센서 노드에 IP에 대한 중요성이 Type 1보다 떨어진다. Type 1은 Type 2와 다르게 이동성을 갖는 센서의 정보를 얻기 위해서 메시 형태의 구조로 배치하였다. 메시 형태인 LOAD 라우팅 프로토콜에서는 센서 노드에서 측정값이 특정 Threshold 값을 넘겨 싱크 노드로 데이터를 넘겨 싱크 노드로 데이터를 전송하기 위해 모든 센서 노드들은 싱크 노드에 대한 주소를 미리 알고 있어야 한다. 이는 하나의 서브 넷 영역 안에 새로운 싱크 노드가 추가 될 때 센서 노드에 싱크 노드 주소를 새롭게 정의해 주어야 한다. 또한 하나의 서브넷 영역의 모든 센서 노드들의 싱크 노드로 향한 경로를 탐색하고자 하는 경우에는 센서 노드 개수 만큼 RREP 메시지를 전송해야 한다. Type 2의 경우 센서 노드에 싱크 노드의 주소가 정의 되지만 Type 1에서 새로 업데이트 되는 시간에 비해 긴 Idle 상태를 갖는다. 따라서 본 논문에서는 RDES(Routing Detect Sensor-Node) 메시지를 추가하여 센서 노드가 비활성 상태에서도 경로를 설정할 수 있는 메시지 전송 타입을 정의하였다. RDES 메시지는 센서노드에 대한 배치 업데이트가 될 경우, 최적화된 경로를 설정하기 위해서 사용된다. Type 2에서는 모든 센서 노드들이 활성화 되어 있는 시간이 Type 1보다 길고 빈도 횟수도 많기 때문에 RDES(Routing Detect Sensor-Node) 메시지 보다는 RERR 메시지에 대한 의존도가 높다. 때문에 Type 2의 센서 노드들이 싱크 노드로 향한 RREP 메시지가 전송 될 경우, 전체 여러 센서 노드로부터 RREP 메시지를 받은 싱크 노드는 센서 노드로부터 받은 메시지와 서버 간에 교환되는 정보를 처리해야 하는 과정에서 많은 부하가 발생하기 때문에 싱크 노드로 들어오는 데이터 트래픽 양이 증가한다. 또한 센서 노드가 추가되고 제거 될 수 있는 상황이 존재 할 수 있기 때문에 주기적으로 RDES 메시지를 통해 경로가 업데이트 되어야 할 필요가 있

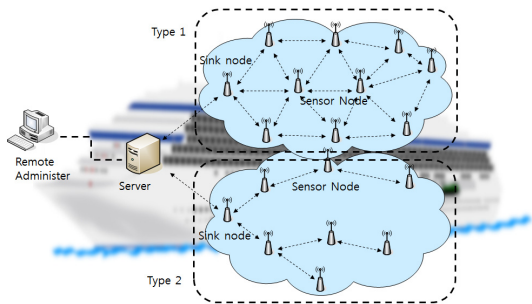


그림 2. 선박 내부의 센서 노드 구성
Fig. 2. Sensor Node Configuration of Interior Ship

다. 센서 노드들에 대한 정보는 싱크 노드로 Unicast 형태로 전송된다. 그리고 싱크 노드는 서버에게 센서 노드로부터 받은 정보를 전달한다. 서버의 데이터 베이스를 통해 센서 노드 잔여 에너지 각 센서 노드에 대한 데이터, 그리고 결합 센서 노드 정보 등에 대해 기록한다. 선박 내부의 원격 관리자는 서버를 통해 선박의 정보를 수신받을 수 있으며 추가로 선박 외부에서도 IP 네트워크를 통해 추가적으로 다른 관리자도 원격으로 선박에 대한 정보를 얻을 수 있다.

3.3 제안된 선박 내부 싱크 노드 동작 과정

센서 노드 사이의 정보 교환보다는 센서 노드와 싱크 노드사이의 정보 교환이 상대적으로 중요하다. 기존의 LOAD 라우팅 프로토콜에서는 센서 노드에서 측정 값이 싱크노드로 데이터를 전송하기 위해서는 모든 센서 노드들의 주소를 미리 알고 있어야만 한다. 또한 하나의 서브 넷 영역 안에서 새로운 센서 노드가 추가될 경우 센서노드는 싱크노드에 대한 주소를 새로 정의해야 한다. 또한 추가된 센서 노드와 싱크노드 간의 경로 설정도 고려해야 한다. 또한 서브 넷에서 가지고 있는 센서 노드의 개수만큼 RREP 메시지를 싱크노드로 전송해야 한다. 따라서 센서 네트워크에서 활용되는 라우팅 프로토콜의 특징을 활용하여 센서 네트워크에 적합한 라우팅 프로토콜을 적용하였으며, 선박의 내부를 기능적으로 분류하여 적용하는 방안을 3.2절에서 제안 하였다. 하지만 센서 노드가 추가되고 소멸되는 과정을 통해 센서 노드는 싱크 노드 사이의 경로를 업데이트 해야하는 과정이 필요하다. 센서 노드가 동작하게 되면 센서 정보를 보내기 이전에 경로 설정 절차가 선행되어야 하기 때문에 데이터를 업데이트 하는데 지연시간이 생길 것이다.

따라서 본 논문에서는 추가적으로 RDES에 대한 메시지를 정의하였다. RDES 메시지는 주위의 센서 노드에 자신에 대한 정보를 주기적으로 전송함으로써 싱크 노드와 센서 노드로 향한 경로에 대한 정보를 모든 센서 노드들이 유지할 수 있도록 한다. 또한 RDES 메시지 내부에 1 Bit의 Detection 필드를 추가하였다. 이 필드는 센서 노드가 보내는 신호와 싱크 노드가 보내는 신호를 구분하기 위해서 정의하였다.

RDES 메시지를 추가하는 근본적인 이유는 센서를 활성화하여 싱크 노드와 서브 넷에 존재하는 센서 노드에 대한 경로를 잠정적으로 활성화하기 위해 사용한다. RDES에 대한 RREP 메시지는 보내지 않는다. RDES 메시지는 단순히 싱크 노드가 자신과 센서 노드들과의 경로를 유지하기 위한 메시지로 사용하기

때문이다.

그림 3은 RDES와 RREQ 메시지가 싱크노드에서 센서 노드로 전달 되는 과정을 나타내었다. 두 메시지는 추가한 1 Bit의 Detection 필드로 구분한다. 메시지를 전송할 때 Detection 필드에 1로 설정하게 되면 모든 센서들은 RDES 메시지임을 확인할 수 있다. RDES 메시지가 아닌 다른 메시지에는 Detection 필드를 0으로 설정한다.

RDES 메시지를 사용할 경우에 센서를 사용하지 않아도 잠정적으로 싱크 노드와 센서 노드간의 경로가 설정되어 있다. 추가로 다른 센서 노드를 추가하였을 때 그리고 센서노드가 제거 되었을 때의 상황에서 싱크 노드와 센서 노드 간의 경로가 잠정적으로 계속 유지되거나 업데이트 된다. 서브 넷 내부의 추가된 센서 노드가 활성화 될 경우 싱크 노드와의 경로를 새로 설정할 필요 없이 바로 정보를 주고받을 있다.

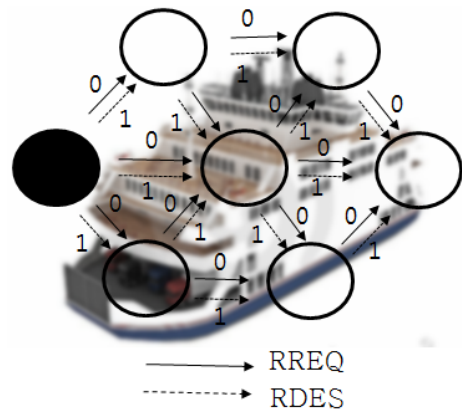


그림 3. RDES, RREQ 메시지 전송
Fig. 3. Message Transmission of RDES, RREQ

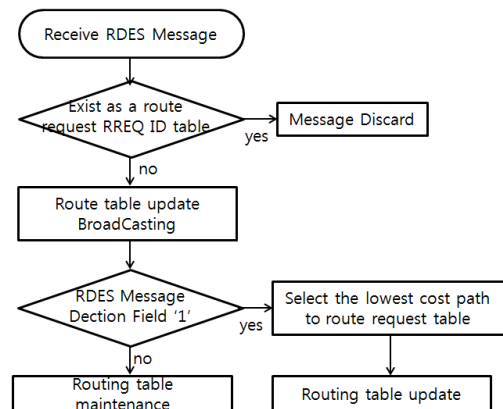


그림 4. 싱크 노드 동작 과정
Fig. 4. Operating Process of Sink node

그림 4는 싱크 노드가 동작하는 과정을 나타낸다. 싱크 노드와 센서 노드가 주고 받는 메시지의 종류는 RREQ, RREP, RRER, RDES 4가지로 나뉠 수 있다. RDES 메시지가 수신되면 경로 요청 테이블에 같은 RREQ ID가 있는지 확인한다. RREQ ID가 존재한다는 것은 이미 최적화된 경로 존재하기 때문에 수신된 메시지는 폐기된다. 하지만 존재하지 않을 경우 경로 업데이트에 대한 요청 메시지를 Broadcasting 하게 된다. 이 메시지를 받은 센서 노드들은 필드값이 1일 경우에는 자신이 가지고 있는 경로 테이블에서 가장 낮은 경로 비용을 선택하여 업데이트하게 된다. 만약에 필드값이 0일 경우에는 자신이 가지고 있는 경로 테이블을 유지한다.

이 과정은 싱크 노드만 활성화 되어 있을 뿐 이외의 센서들은 비활성화 상태에서 잠정적으로 동작한다. Detection 필드 값이 1일 경우 추가적으로 다른 센서가 추가되었는지 아니면 기존에 있던 센서 노드들이 제거되었거나 고장이 났는지에 대한 검증을 하게 된다. 또한 인접 센서 노드에서 대한 라우팅 테이블 정보가 있는지 없는지 확인한 후, 업데이트 정보가 있을 경우에는 라우팅 경로를 업데이트하게 된다. 그리고 일정 시간동안 Idle 상태로 유지한다. 유지되는 시간은 임의적으로 설정이 가능하다. 이 과정에서 싱크 노드는 센서 노드들이 RDES 메시지를 받았는지에 대한 Reply 메시지는 받지 않으며 단순히 센서 노드는 싱크 노드로부터의 경로만 업데이트 되어 싱크 노드는 센서 노드들이 자신이 보낸 정보를 받았는지에 대한 여부는 알 수 없다. 또한 싱크 노드와 센서 노드에서의 전력은 제한적이기 때문에 본 논문에서 제안하는 전력에 대한 효율은 고려하지 않는다.

Detection 필드 값이 0일 경우에는 LOAD 메시지 RREQ, RRER 메시지 중 하나가 전송된다. 메시지가 전송될 때 센서 노드가 고장 나거나 문제가 있을 경우 RRER 메시지를 전송하고, 문제가 있는 센서 노드에 대한 라우팅 경로를 다시 업데이트 하는 과정을 수행한다. 센서 동작에 있어서 문제가 없다고 판단되면 센서 노드에서는 싱크 노드에 대한 정보를 저장하고 자신에 대한 정보를 Unicast 형태로 전송하게 된다. RREQ, RRER 메시지가 전송될 때는 Detection 필드가 0으로 설정되어 있기 때문에 RDES 메시지는 전송될 수 없다. 따라서 Detection 필드가 1일 경우에는 센서 노드들이 비활성인 상태이며 0일 경우에는 센서 노드 중 활성화 되어 센서 노드가 동작한다는 것을 의미한다.

싱크 노드에서 센서 노드로 정보가 전달되는 것은

이전의 LOAD 방식과 같다. 해당 센서 노드를 찾기 위해 Link Layer Destination Address에는 브로드 캐스팅을 의미하는 '0xffff' 값이 채워진다. 그리고 자기의 센서 정보를 담고 있는 센서 노드가 싱크 노드로 전송될 때는 이미 RDES 메시지를 통해 설정된 여러 경로 중에 최적화된 루트를 통해 싱크 노드로 전송된다.

IV. 결 론

본 논문은 IPv6를 기반으로 센서 네트워크를 선박에 적용하고 효율적으로 센서 정보를 얻기 위해 주기적으로 전송 경로를 확보하기 위해 새로운 메시지 타입을 제안하였으며 선박 내부를 기능적으로 분류하여 적절한 라우팅 기법들을 적용하는 방안을 제시하였다. Type 1에서는 이동성을 고려하여 메시 형태의 라우팅 기법을 적용하였으며 Type 2 이동성이 제안되는 구역에서 사용하기 위해 트리 형태 라우팅 기법을 적용하였다. 두 Type 모두 RDES 메시지를 이용하여 주기적으로 라우팅 경로를 업데이트 한다. 하지만 Type 1과 Type 2는 각각 이동성에 대한 비중이 차이가 있기 때문에 RDES 메시지에 대한 주기에 차이가 있다. RDES 메시지를 통해 비활성 상태에서도 싱크 노드가 각 센서들이 비활성 상태에 있어도 센서 네트워크에 있는 센서의 경로를 인지하고 있으며 그리고 센서 노드가 추가될 경우 추가된 센서에 대한 경로도 RDES 메시지를 통해 업데이트 한다. 때문에 센서가 활성화 상태가 되면 경로 탐색에 대한 지연 시간이 줄어들어 미리 설정된 라우팅 경로로 정보들을 송수신 할 수 있을 것이다. 따라서 선박 내부의 각 구역의 정보에 대한 업데이트가 원활하게 갱신되어 효율적으로 선박 내부를 관리할 수 있을 것이라고 기대한다. 제안한 메시지 타입을 기존 LOAD에 대한 특정 시나리오에 적용시켜 논문에서 제안하는 동작 과정을 이론적 성능 검증을 통해 노드간 주기적으로 설정된 경로를 통해 센서가 활성화 되었을 때 경로 설정하는 절차 없이 바로 센서 정보를 전송되어 성능 향상을 확인할 수 있었다. 하지만 주기적으로 경로를 설정하는 메시지를 보내는 문제로 인해 네트워크 망의 많은 트래픽 문제가 발생할 것으로 예상된다.

그림 5는 성능 검증을 위한 예상 테스트베드 토폴로지를 나타낸 것이다. 싱크 노드와 센서 노드 구성하여 경로 설정에 대한 성능을 테스트할 예정이다. 실선으로 표현한 센서 노드는 기존에 구성되어 있는 센서 노드이며 점선으로 표현되는 것은 센서 노드가 추가되는 것을 의미한다. 센서 노드가 추가되었을 때 실시간

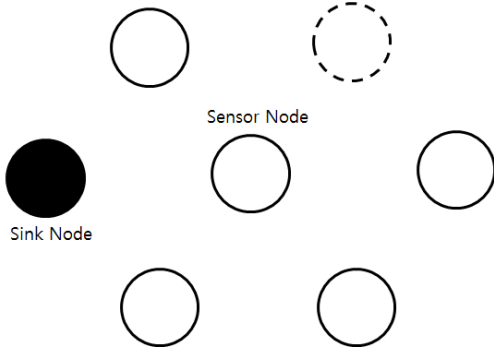


그림 5. 예상 테스트베드 토폴로지
Fig. 5. Expected tested-bed topology

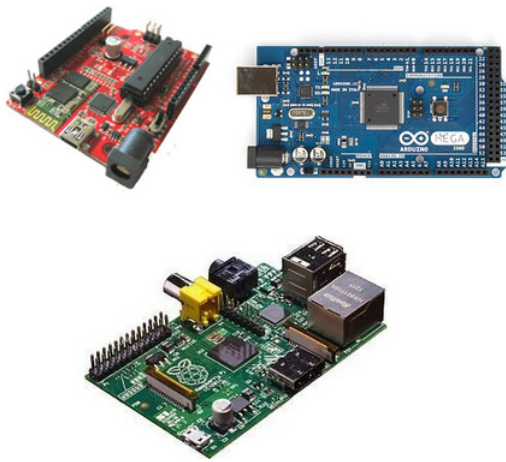


그림 6. 아두이노와 라즈베리파이 보드
Fig. 6. Arduino and Raspberry Pi

으로 라우팅 경로를 업데이트하는 테스트를 진행할 계획이다. 테스트베드는 그림 6에서의 아두이노 보드와 라즈베리 파이 보드를 이용하여 싱크노드와 센서노드를 구현할 예정이며 향후, 시뮬레이션 툴이 ns-2를 통해 라우팅 오버헤드와 패킷 전송률, 그리고 경로 업데이트 절차에 대한 검증 연구를 수행할 것이다.

References

[1] S. K. Oh, A. M. Efendi, and D. J. Choe, "6LoWPAN based IP-USN system implementation for improving scalability," *J. KICS*, vol. 38B, no. 9, pp. 687-699, Sept. 2013.

[2] K. W. Kwon, D. Y. Kim, S. H. Kim, T. H. Kim, and M. K. Ha, "Tree routing protocol for supporting the optimal routing path in IP-USN," *J. Korea Inf. Sci. Soc. (KIISE)*, vol. 38, no. 2, pp.

266-269, Nov. 2012.

[3] G. Y. Choe, "An efficient routing protocol for sensor networks with 6LoWPAN," *Korea Intelligent Transport Systems (KITS)*, pp. 359-363, Sept. 2009.

[4] J. S. Park and K. H. Kim, "Study of hierarchical routing protocol of suggest to end node in IP-USN," in *Proc. KIPS*, vol. 14, no. 1, Jul. 2007.

[5] K. Kim, S. Daniel Park, G. Montenegro, S. Yoo, and N. Kushalnagar, "6LoWPAN ad hoc on-demand distance vector routing(LOAD)," draft-daniel-6lowpan-load-adhoc-routing-02.txt, Mar. 2006.

[6] C. Perkins, E. Belding-Royer, and S. Das, "Ad hoc on-demand distance vector(AODV) routing," RFC 3561, Jul. 2003.

이 성 로 (Seong Ro Lee)



1987년 2월 : 고려대학교 전자공학과 학사
1990년 2월 : 한국과학기술원 전기및전자공학과 석사
1996년 8월 : 한국과학기술원 전기및전자공학과 박사
2005년 3월~현재 : 목포대학교 정보전자공학과 교수

<관심분야> 디지털통신시스템, 이동 및 위성통신시스템, USN/텔레메틱스응용분야, 임베디드시스템,

정 민 아 (Min-A Jeong)



1992년 2월 : 전남대학교 전산통계학과 학사
1994년 2월 : 전남대학교 전산통계학과 이학석사
2002년 2월 : 전남대학교 전산통계학과 이학박사
2002년 2월~2003년 2월 : 광주

과학기술원 정보통신공학과 Post-Doc
2011년 9월~2013년 2월 : Cleveland Clinic Research
2005년 3월~현재 : 목포대학교 컴퓨터공학과 부교수
<관심분야> 데이터베이스/데이터마이닝, 생체인식시스템, 무선통신응용분야, 임베디드시스템

김연근 (Yeongeun Kim)



2014년 2월 : 광운대학교 전자
통신공학과 학사
2014년 3월~현재 : 광운대학교
전자통신공학과 석사과정
<관심분야> IPv6, IMS, VoIP

민상원 (Sang-Won Min)



1996년 : 한국과학기술원 전기
및 전자공학과 박사
1999년 2월~현재 : 광운대학교 전
자통신공학과 교수
1990년 2월~1999년 2월 : LG정
보통신 선임연구원
<관심분야> Next-Generation

Convergence Networks