

USN을 활용한 해양 센서 데이터 집합 방안

The Method of Data Integration based on Maritime Sensors using USN

홍성화¹· 고재필²· kwak재민^{1*}

¹목포해양대학교 해양정보통신공학과

²금오공과대학교 컴퓨터공학과

Sung-Hwa Hong¹· Jae-Pil Ko²· Jae-Min Kwak^{1*}

¹Department of Maritime Inform. & Comm. Eng., Mokpo National Maritime University, Jeollanam-do, 58628, Korea

²Department of Computer Engineering, Kumoh National Institute of Technology, Gyeongsangbuk-do, 39177, Korea

[요 약]

미래 유비쿼터스 네트워크에서는 정보를 필드의 다양한 센서로부터 데이터를 모집한다. 센서 노드들은 매우 작고 제한된 전력을 가지고 있으나, 센서의 생존시간을 늘이기 위해 보다 에너지 효율적인 것이 필요하다. 본 연구에서는, 센서 네트워크에서 획득한 데이터나 정보의 전송과 더불어 저전력으로 동작할 수 있는 효과적인 네트워크 라우팅 방안을 제안하고, 가장 연결성이 좋은 센서의 숫자를 확인하여, 센서의 적절한 배치에 도움을 주고자 한다. 본 연구의 이러한 목적은 다양한 해양 정보를 가지고 있는 센서 정보를 취합하기 위한 라우팅 알고리즘 제안과 여러 환경 정보를 가진 여러 센서들을 집적시킨 센서 미들웨어 기법을 개발이다. 또한, 추후 보다 안전한 선박 운항을 위하여, 선박 내 접근하기 힘든 부분을 다양한 전자 장비를 활용하여 센서 네트워크를 구성한 후, 수집된 정보를 선박 통신 표준인 NMEA(the national marine electronics association)를 활용하여 통신 시스템을 구축하고자 본 방안을 제안하였다.

[Abstract]

In the future ubiquitous network, information will collect data from various sensors in the field. Since the sensor nodes are equipped with small, often irreplaceable, batteries with limited power capacity, it is essential that the network be energy-efficient in order to maximize its lifetime. In this paper, we propose an effective network routing method that can operate with low power as well as the transmission of data and information obtained from sensor networks, and identified the number of sensors with the best connectivity to help with the proper placement of the sensor. These purposes of this research are the development of the sensor middle-ware to integrate the maritime information and the proposal of the routing algorithm for gathering the maritime information of various sensors. In addition, for more secure ship navigation, we proposed a method to construct a sensor network using various electronic equipments that are difficult to access in a ship, and then construct a communication system using NMEA(the national marine electronics association), a ship communication standard, in the future.

Key word : Sensor, Gateway, Sink node, Sensor network, Maritime.

<https://doi.org/10.12673/jant.2017.21.3.306>



This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Received 6 June 2017; Revised 8 June 2017

Accepted (Publication) 23 June 2017 (30 June 2017)

*Corresponding Author; Jae-Min Kwak

Tel: +82-61-240-7272

E-mail: shhong@mmu.ac.kr

1. 서론

해상에서 안전한 선박운행을 위한 여러 정보를 얻기 위한 방안으로 예전에는 주로 선박일지와 선박 항해자들에 의한 정보에 의존하였다. 그러나 현재 IT 기술의 발전에 힘입어 선박 내에 발생하는 전자 데이터를 통해 선박 제어, 자율 운항, 상황 발생 시 정보 제공 등의 기능을 할 수 있는 전자 운항 선박이 등장하였다. 또한 선박에 장착되는 장비의 수가 증가함에 따라 발생하는 데이터의 양도 함께 증가하였다. 따라서 직접 기록하는 방법으로는 많은 양의 전자 데이터를 관리하는 데 한계가 있다 [1].

IT 기술의 발전에 더불어 기존 선박 운항 시스템에 센서 네트워크를 접목시키고자 하는 다양한 노력이 시도되고 있다. 기존의 전통적인 통신 네트워크나 애드혹은 QoS(quality of service) 보장과 높은 대역폭 활용을 위해 모바일 노드들의 구성과 라우팅 그리고 이동성 관리 등을 중요시 여겼으나, 센서 네트워크는 특수한 상태의 감지가 필요한 환경, 즉 사람의 접근이 용이하지 못한 환경에서 매우 작고 많은 센서 노드들이 전력의 재공급을 받지 못하고 동작하게 되므로 센서 노드의 에너지 관리를 무엇보다 중요하게 여긴다. 각 센서 노드의 수명은 전체 센서 네트워크의 수명을 좌우하기 때문에 무엇보다도 각 센서 노드의 수명을 연장시키며 또한 전체 노드들이 균형적으로 에너지를 소비하는 것이 요구된다. 그러므로 에너지를 효율적으로 사용하는 프로토콜을 설계하여 센서 노드의 수명을 연장시켜야 한다.

선박 운항을 위한 NMEA(the national marine electronics association)-0183 프로토콜은 1980년대 초부터 선박 전자 장치의 통신 인터페이스의 표준으로 사용 되어오고 있으며 아직까지 다수의 선박에서 운영하고 있다. NMEA-0183은 시리얼 단방향 통신, 4800bps의 통신 속도, 86byte의 크기의 ASCII 코드로 구성된 메시지로 구성되어 있고, 현재까지 다수의 선박 전자 장치간의 인터페이스로 사용되어 왔으나, 기술의 발전으로 인해 보다 많은 선박 전자 장치 및 육상과의 효율적인 네트워크 구성을 위해 NMEA-2000 프로토콜을 제정하게 된다 [2], [6]-[9]. 하지만, 국내 선박용 항해·통신 장비 업체들에서 제작된 장비들은 NMEA-0183 표준 규격을 따르고 있다 [2]-[5].

기존의 전통적인 통신 네트워크나 애드혹은 QoS 보장과 높은 대역폭 활용을 위해 모바일 노드들의 구성과 라우팅 그리고 이동성 관리 등을 중요시 여겼으나, 센서 네트워크는 특수한 상태의 감지가 필요한 환경, 즉 사람의 접근이 용이하지 못한 환경에서 매우 작고 많은 센서 노드들이 전력의 재공급을 받지 못하고 동작하게 되므로 센서 노드의 에너지 관리를 무엇보다 중요하게 여긴다. 각 센서 노드의 수명은 전체 센서 네트워크의 수명을 좌우하기 때문에 무엇보다도 각 센서 노드의 수명을 연장시키며 또한 전체 노드들이 균형적으로 에너지를 소비하는 것이 요구된다. 그러므로 에너지를 효율적으로 사용하는 프로토콜을 설계하여 센서 노드의 수명을 연장시켜야 한다 [6],[7].

본 논문에서는 센서 네트워크를 기반으로 특정 지역의 외부 환경 및 장치의 활용여부에 대한 데이터 수집을 수행하도록 하였으며, 실시간으로 이를 감시 및 분석하여 적절한 대응을 하기 위한 시스템의 기반기술로서 활용하고자 본 논문을 제안하였다. 또한 센서의 다양한 접근 방법을 이용하여, 특정 지역에 배치된 센서 노드를 통해 수집된 외부정보를 선내 전자 통신 장비와의 정보교환 위해 NMEA 표준과의 호환이 필요하다. 즉 데이터를 무선으로 형성된 네트워크를 통해 싱크 노드에게 전달하면, 싱크 노드에서는 센서 노드들이 보내온 데이터를 취합하여 최종적으로 선박 해상 통신 시스템에 전달하게 된다. 이를 위해 본문에서는 선박 해상 통신의 표준인 NMEA에 대해서 알아보고, 또한 다양한 센서를 통해 싱크노드인 집합노드까지의 연결 상태를 실험을 통해 정상적인 데이터 수집 및 통신이 이루어지는 것을 확인 할 수 있었다.

II. NMEA를 활용한 센서 라우팅 기법

선박 통신 시스템의 표준인 NMEA는 기존의 선박 전자 장치들의 다양한 인터페이스 표준의 필요에 의해 NMEA-0180,0182 표준을 발표하였고 1995년에 NMEA-0183[5]은 IEC 61162-1 표준으로, 1998년에 NMEA-0183 High Speed는 IEC 61162-2 표준으로 각각 IEC(International engineering consortium)에 의하여 승인되었다. 근래 까지 다양한 기술의 선박 전자 장치간의 인터페이스의 표준으로 사용되어 왔다. 현재 안전한 선박 운항을 목표로 하여 선박 내 다양한 전자 장비 및 접근하기 힘든 부분을 센서 네트워크를 활용한 다양한 센서 노드를 활용하여 정보를 선박 통신 표준인 NMEA를 활용하여 시스템을 구축하고자 본 방안을 제안하였다 [2].

2-1 기능 집합 노드

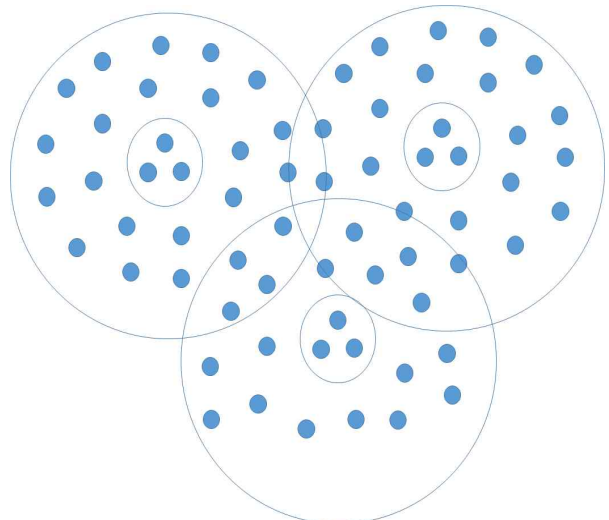


그림 1. 기능 집합 노드를 활용한 네트워크 구성
Fig. 1. The network configuration using a function Integrated Node.

1) 통합 싱크 노드

계층구조는 에너지 효율적이고 데이터 결집이 매우 뛰어나며 네트워크 내 연결과정도 쉽게 할 수 있으나, 클러스터 헤드와 같은 노드에 에너지 소비가 집중적이기 때문에 오랜 시간 계층구조를 유지하지 못하고 다시 생성 해야 한다. 무선 센서 네트워크에서 가장 중요시 하는 에너지 소비 측면에서 항상 모든 센서 노드들이 통신에 참여 하기 때문에 계층구조에 비해 매우 비효율적이다 [7][8].

무선 센서 네트워크에서 어떤 한 센서 노드가 고장이 발생할 경우에 전체 네트워크에 영향을 주지 않아야 하기 때문에 기능 집합 노드 영역 내에는 일정한 수 이상의 노드들이 있어야 하며 어플리케이션에 요구하는 정밀도에 따라서도 기능 집합 노드 [그림 1] 영역내의 센서 노드의 수는 달라 질 수 있으며 이를 고려하여 라우팅 프로토콜을 제안해야 한다. 이때 기능 집합 노드의 수는 최소 3개를 기준으로 상호간의 데이터를 관리하며 하나의 싱크노드가 동작을 중지하더라도 나머지 둘의 싱크노드가 이를 관리하도록 한다. 또한 통합 싱크 노드에서는 전송되어진 데이터를 기존 선박 내 통신망에 적합한 표준인 NMEA 형식에 맞춰 데이터를 전환 전송하는 역할도 맡고 있다 [6].

2) 센서 노드의 구성

센서 네트워크는 다수의 센서로 구성되는 무선 통신 네트워크이다. 본 논문에서는 센서와 AP(access point)로 구성되는 센서 네트워크에서 센서가 독립적으로 데이터를 처리하고 비동기적으로 AP와 접속할 수 있도록 하는 입출력 모듈과 통신 모듈을 설계하였다. 센서는 가급적 전원의 소비를 줄여야 하므로 데이터 측정 시간 이외에는 전원을 끄는 전원 제어 방법을 사용하였다. 다수의 센서가 AP와 RF통신을 할 때 발생하는 충돌문제는 센서들 간에 우선순위를 두어 충돌을 회피하도록 하였다. 본 연구 결과는 백 여개의 온도과 습도 센서, 그리고 AP로 이루어지는 센서 네트워크 시스템에 적용하였으며, 이를 통해 제시하는 방법의 신뢰성을 확인할 수 있었다.

해양 환경 및 선박 통신에 적합한 기능 선정하기 위해, 필요로 하는 기능을 고려하여, 현재 해양 환경에 적절한 무선 기술을 활용하기 위한 MAC 설계 및 미들웨어를 고려한 센서 노드를 구성하였다. 이를 위한 기본 구성은 [그림 2]와 같다.

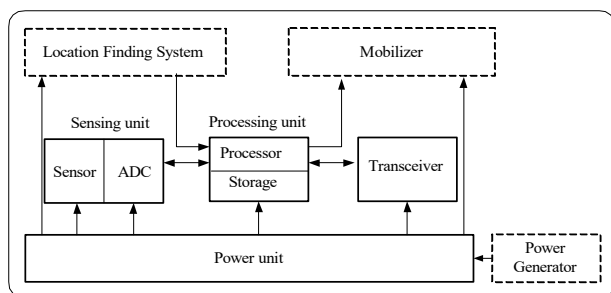


그림 2. 센서 노드의 기본 구성

Fig. 2. Basic configuration of the sensor node.

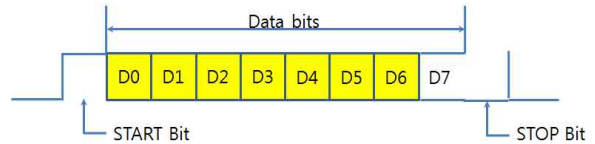


그림 3. NMEA-0183 데이터 형식

Fig. 3. Data Format of NMEA-0183.

2-2 NMEA

1) NMEA-0183

NMEA-0183 표준은 1980년대 미국의 NMEA에서 표준화된 선박 전자 장비의 인터페이스 표준입니다. 현재 NMEA-0183 표준은 IEC에 의해 IEC 61162-1 표준으로 채택되어 지금까지 대부분의 선박 장비들이 사용하고 있으며, 육상에서 사용되고 있는 대부분의 GPS(Global positioning system) 수신기들도 NMEA-0183 표준 포맷을 사용하고 있습니다. NMEA-0183의 구성은 3가지 레이어로 구성되어 있으며, 각각 물리 계층, 데이터링크 계층, 응용 계층으로 시스템 구성을 만족하도록 설계되었다. 물리 계층은 RS-232, RS-422의 통신 방법을 정의하였으며, 데이터링크 계층은 보드 속도와 데이터 비트 그리고 스톱 비트 등에 대해서 정의하였다. 그리고 응용 계층은 데이터를 전송하는 센텐스(sentence)에 대한 규약을 정의하였다. NMEA-0183의 데이터 표현은 ANSI 표준인 7bit ASCII에 의한 비동기 시리얼 통신 방식을 사용하도록 되어 있다. [그림 3]와 같은 구조로 데이터를 표현하도록 되어 있다. IEC 61162-1은 NMEA-0183 저속도이고 IEC 61162-2는 NMEA-0183 고속도이다. IEC 61162-1은 4800 BPS, 8비트데이터 패리티 없음, 1 스톱비트인 직렬통신이며, IEC 61162-2는 38.4kbps, 8비트 데이터, 패리티 없음, 1스톱비트, 직렬통신이다 [4].

표 1. NMEA-0183 필드별 데이터 정의

Table 1. Data declaration of the fields of NMEA-0183.

	Hex	Dec	
<CR>	0D	13	Carriage return (End of sentence delimiter)
<LF>	0A	10	Line feed (End of sentence delimiter)
\$	24	36	Start of Parametric sentence delimiter
*	2A	42	Checksum field delimiter
,	2C	44	Field delimiter
!	21	33	Start of Encapsulation sentence delimiter
\	5C	92	TAG Block Delimiter
^	5E	94	Code delimiter for HEX representation of ISO 8859-1 character
~	7E	126	Reserved of future use
	7F	127	Reserved of future use

NMEA-0183은 [표 1]와 같이 예약되어서 사용되는 문자들이 있다. 문장의 시작을 나타내는 '\$' 또는 '!', 문장의 끝을 나타내는 '<CR>'와 '<LF>', 문장의 각 영역을 구분하는 ';' 및 검사합(check-sum) 영역을 표시하는 '*'등을 대표적으로 사용하게 되어 있다. NMEA-0183에서 사용하는 문자는 0x20 ~ 0x7E 사이의 모든 문자를 사용할 수 있으며, [표 1]에 소개한 예약어를 제외한 출력 가능한 문자를 사용한다. 정의되지 않은 문자를 표현하기 위해서는 [표 1]에 소개한 '^' 예약어를 사용하여 그 뒤에 2자리의 ASCII 문자로 표현함으로써 표현할 수 있다.

NMEA-0183 문장은 최대 82자로 구성되며, 시작 구분자와 종결 구분자를 제외하면 79자로 구성되며, 4,800bps는 초당 480자를 전송할 수 있는 속도이므로 82자로 구성된 문장을 전송할 경우 대략 1초에 6문장을 전송 가능하다.

NMEA-0183에서 정의된 문장은 Parametric, Encapsulation, Query, Proprietary 문장으로 구성되어 있으며, 대표적으로 가장 많이 사용되는 것은 Parametric 문장이다. Parametric 문장은 '\$' 구분자를 시작으로 하는 문장으로 NMEA-0183 표준에서 정의한 승인된 문장(approved sentence formatter) 형식들을 표현하기 위한 문장이다.

모든 데이터는 ASCII 코드로 전송되며 MSB(d7)은 0으로 설정 된다. 데이터포맷 프로토콜 필드는 주소필드와 데이터필드로 구성되며, 유효문자와 널 필드가 적합한 구분자로 구분된다. 주소 필드는 센텐스의 처음 필드이고 '\$' 또는 '!' 구분자로 시작하고 데이터를 정의하는데 사용한다. '\$' 구분자는 전통적인 파라미터를 구성하는데 사용하고 '!' 구분자는 특수한 목적으로 캡슐화된 데이터 또는 구분되지 않은 필드 구성규칙에 사용한다. 데이터필드는 ';' 구분자로 구분되고 '^' 구분자를 포함한다. 검사합 구분자는 '*'를 사용한다.

III. 제안한 기능 집합 노드 데이터 전송 알고리즘

3-1 제안한 알고리즘

제안하는 알고리즘은 다음과 같은 시나리오로 동작한다. 센서 네트워크는 실제적으로 통합 싱크 노드를 중심으로 주로 배치되어 동작한다. 기존 센서 네트워크는 일정 지역 내에서 무작위로 뿌려지게 되지만 제안하는 알고리즘은 선박 해상 통신을 기반으로 하는 선박 내 운항 전자 장비간 통신에 중점을 두고 있다. 따라서 많은 수의 센서 노드들을 무작위로 배치할 필요가 없다. 최초에 노드들이 뿌려지게 되고 센서 노드들에 전원이 공급되기 시작하면서 센서 노드들은 스스로 계층적 멀티홉 네트워크를 형성한다. 여기서 센서 필드 내의 모든 노드들은 이동성이 거의 없는 정적인 노드라 가정한다. 그 뒤 센서 노드들은 싱크 노드로부터 요청 쿼리를 받아 응답하며 원하는 데이터를 가진 노드들은 싱크 노드로 데이터를 전송한다. 이 과정에서 에너지 효율을 높이기 위해 데이터 집합을 수행하고 적당한 데이터 링크 계층 프로토콜을 선택하여 보다 효율적으로 동작한다[6]-[9].

제안한 알고리즘의 특징은 먼저 최초의 이웃노드를 발견하

는 과정에서 플러딩(flooding)을 이용하여 레벨을 얻고 이를 클러스터링에 적용시켜 비교적 간단하게 센서 네트워크를 구성하는 것이다. 이때 얻어질 레벨은 다음의 두 가지로 나누어진 다.

첫 번째는 상위 계층 레벨이다. 이 레벨은 통합 싱크 노드에서만 동작하며, 싱크 노드 모드는 외부 기계에서 전원을 얻어 동작하는 것으로 외부 장치, 주로 전자제품에 탑재되어 동작한다. 따라서 이들을 WEN(Wireless Embedded Node)이라고 부른다. 센서 노드와 WEN은 통신 거리가 서로 상이하므로, 제안하는 알고리즘에서 동작은 미리 설정되어 있는 클러스터 게이트웨이 노드 상태에서 서로 자신의 상위 레벨과 하위 레벨만을 연결하도록 설정한다. 싱크 노드와의 연결이 자연스럽게 되며 자동으로 가장 짧은 전송 경로를 가지게 되어 전송 횟수를 줄일 수 있게 되므로 에너지 효율을 높일 수 있다.

두 번째는 하위 계층 레벨 과정이다. 이 계층에서는 게이트웨이 노드의 영역 내에 존재하는 센서 노드들을 멤버 노드로 등록하고 센서 노드와 통합 싱크 노드 간에 레벨을 얻어서 서로 간에 연결이 되도록 하는 것이다. 이때 센서 노드간의 통신 거리는 서로 동일한 것으로 간주한다. 따라서 통합 싱크 노드와 센서 노드 간의 레벨 설정은 플러딩 과정을 거치면서 레벨을 얻을 수 있다. 자신의 상위 연결만 생각하므로 싱크 노드 방향이 아닌 다른 방향으로의 불필요한 클러스터 게이트웨이 선정이 없어지게 되므로, 일반적인 클러스터 멤버 노드들보다 게이트웨이의 수가 최소로 결정되고 싱크 노드와의 연결 역시 보장되므로 효율적으로 에너지를 줄일 수 있다.

통합 싱크 노드는 자신의 영역내의 센서 노드로부터 데이터를 전송받는다. 이 때 자신의 영역내의 센서 노드들의 그 게이트웨이 노드의 멤버 노드라고 하겠다. 이때 각각의 센서들이 동작하는 방법의 기존의 클러스터링 방법을 그대로 사용하게 되는데, 클러스터링 방법은 클러스터 헤드를 구성하고 나서 센서들이 클러스터 헤더로 데이터를 전송하게 된다. 따라서 클러스터 헤더는 많은 에너지를 소비하게 되고 에너지가 기준값 이하로 떨어지면 클러스터 헤더가 형성한 클러스터는 해체되어 새로운 클러스터 헤더가 선정되어 새로운 클러스터를 구성하게 된다. 따라서 많은 에너지 소비가 발생한다. 그러나 본 논문에서는 게이트웨이 노드가 이 역할을 수행하게 되는데 이때 게이트웨이 노드는 전자제품으로부터 에너지를 얻게 되므로 항상 일정 수준의 에너지를 계속 유지할 수 있게 된다. 따라서 한번 형성된 클러스터는 계속 유지할 수 있게 된다.

3-2 시뮬레이션

본 논문에서 제안한 알고리즘의 성능을 평가하기 위해, LBNL(Lawrence Berkely National Laboratory)의 ns2(네트워크 simulator)와 C를 이용하여 평가하였다[10]. [표 2]에서 보는 바와 같이, 전체 네트워크 사이즈는 50m x 50m에서 50m씩 증가하여 시뮬레이션 하였으며 무선 네트워크의 대역폭은 2Mbps이다.

표 2. 시뮬레이션 파라미터

Table 2. Parameters of the simulation.

Parameters	
Number of Node	10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100
Number of Sink Node	1, 2, 3, 4, 5
MAC	802.15.4
Distance(m)	50, 100, 150, 200, 250, 300, 350, 400, 450, 500

송신자가 직접 수신자에게 패킷을 전달하지 않고 중계 단말을 통해 전송할 수 있도록 단말간 거리는 10m로 설정하였다. MAC은 802.15.4 MAC을 사용하였으며, 전송 에러에 의한 단말의 에너지 효율 및 전송 성능을 평가하기 위해 단말의 이동성은 배제하였고, 에너지 효율을 평가하기 위해 단말의 초기 에너지는 1000J(Joule)로 설정하였으며, 패킷 전송 시 0.6W(Watt), 패킷 수신시 0.3W를 소비하도록 설정하였다 [11][12].

클러스터 게이트 웨이를 선택할 때 플러딩 레벨을 이용하는 것은 중요하다. 고정된 센서 노드들과 싱크 노드는 데이터의 흐름의 방향이 거의 일정하다 [14]-[16]. 데이터는 센서 노드는 항상 싱크 노드로 데이터를 전송하기를 원하고 싱크노드는 데이터 요청을 모든 노드들로 알리기를 원한다. 그러므로 클러스터의 게이트웨이를 선택할 때 플러딩 레벨을 이용하여 클러스터의 게이트웨이를 선택하는 것은 클러스터의 데이터가 싱크 노드 방향으로 최단거리로 전송되는 것을 보장되며 이는 [그림 4]에서 보여준다. 예를 들어 이런 형태로 데이터 전송이 이루어지지 않는 경우, 싱크 노드로의 전송의 흡수가 증가할 것이며, 이는 에너지의 효율성을 감소시킨다. 가정된 멀티 홉 센서 필드 내에서는 싱크노드와의 연결을 보장하게 하는 센서 노드의 수가 센서 네트워크에서는 매우 중요한 요소가 된다. 연결이 보장되지 않는 경우, 센서 네트워크의 큰 문제점으로 발생한다. 다시 말해 싱크노드로 연결이 되지 않는 노드는 쓸모없는 노드가 되는 것이고 그 노드들이 수집한 데이터는 사용할 수 없는 데이터이다. 그러므로 에너지 효율성을 살펴보기 전에 센서 필드 내에 싱크노드와의 연결을 보장하기 위해서는 최소 노드의 경우보다 어느 정도 노드가 추가적으로 더 필요한지를 살펴봐야 한다. 어느 정도 이상의 연결률이 보장되기 위해서는 노드의 1홉 내에 추가적인 노드가 발생하여야 하며, 이 추가적인 노드를 제어함으로써 에너지 측면에서 어떤 이점이 발생하는 지를 체계적으로 클러스터를 형성하는 경우가 평면적으로 형성하는 경우에 대해 비교할 수 있게 된다.

500m × 500m 의 센서 필드 내에서 노드 수에 따른 연결률에 대한 비교를 하였다. 여기서 [그림 5]에서 보여주는 바와 같이 센서 필드 내에 대한 노드의 밀도는 연결률과 밀접한 관계가 있음을 확인할 수 있다. 여기에 추가적으로 센서 노드들의 연결률은 센서 노드들의 전송 범위의 크기와 연관성이 있다는 추론할 수 있다. 전송 범위가 작은 경우, 센서 노드의 연결률은 당연히 감소할 것으로 예상된다.

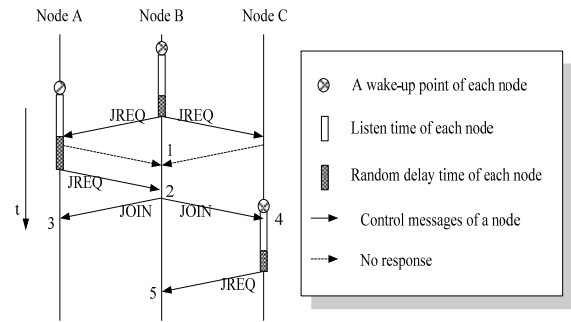


그림 4. 링크 설정 과정

Fig. 4. The link setup process.

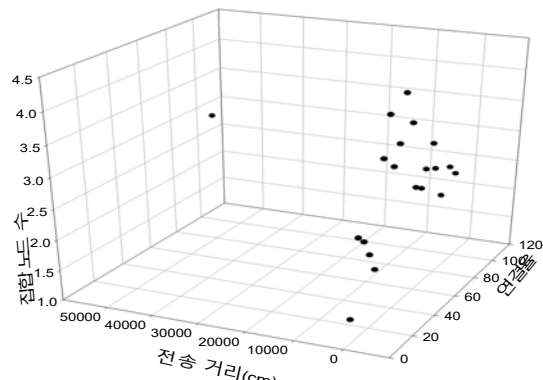


그림 5. 센서 노드 개수 증가에 대한 연결률

Fig. 5. The connection ratio for the increase of sensor nodes.

IV. 결론

해양 분야에서의 선진화를 위해 현장 애로 기술 해결을 위한 핵심 원천 기술로 활용함과 동시에 RFID/USN 산업의 선도적인 기술 경쟁력을 확보함으로써 USN이 산업 전반으로 기술적 융합이 이루어 질 것으로 예상되며, 센서 네트워크는 센서 노드를 통해 획득한 데이터나 정보를 가공하여 무선통신을 통해 필요로 하는 목적지나 사용자에게 효율적으로 제공함에 있어 그 취지가 있다. 이 때, 센서 네트워크에서 획득한 데이터나 정보의 전송과 더불어 저전력으로 동작할 수 있는 효과적인 네트워크의 경로 설정에 있어서도 그 의미는 크다고 할 수 있다. 또한 본 연구에서는 싱크노드의 수가 3개 이상이고 센서의 수가 100m 이내에서의 연결률이 가장 이상적으로 나타났으며, 이는 이후 센서 네트워크에서 센서 노드들은 제한된 배터리에 의존하여 동작하기 때문에 전체 네트워크의 수명을 늘리기 위해서 센서 노드들의 에너지 사용을 고려하여 네트워크 망을 구성할 때 고려되어야 한다. 기존에 개발되었던 많은 라우팅 프로토콜들이 센서 네트워크에 적용을 시도하였고, 앞으로는 선박내에서 사용할 수 있는 다양한 기술을 고려한 센서의 연결상황도 최상의 성능과 효과를 낼 수 있는 방향으로 많은 연구를 진행해야

할 것이다.

Acknowledgements

This study was financially supported by Mokpo National Maritime University, 2015 year.

References

- [1] D. Y. Jung, A study on the ships' manning levels, Ph.D. dissertation, Korea Maritime and Ocean University, Busan, 2012.
- [2] Membership Information in NMEA. [Internet]. Available: <http://www.nmea.org>
- [3] NMEA2000: Standard for serial-data networking of marine electronic devices, Ver 1.20, 2004.
- [4] NMEA-0183(IEC61162-1), Standard for interfacing marine electronic devices, Ver 3.01, 2002.
- [5] K. Y. Kim, S. Y. Shin, K. S. Bae and S. Chae, "Design and implementation of NMEA 2000 based universal gateway," *KICS*, Vol 39, No 2, pp 191-198, Feb 2014.
- [6] Praveen Rentala, Ravi Musunnuri, Shashidhar Gandham, and Udit Saxena, "Survey on Sensor Networks"
- [7] W. R. Heinzelman, A. Chandrakasan, and H. Balakrishnan, "Energy-Efficient Communication Protocol for Wireless Microsensor Networks," in *Proceedings of the Hawaii International Conference on System Science*, pp 1-10, Jan, 2000.
- [8] I.F. Akyildiz, W. Su, Y. Sankarasubramaniam, and E. Cayirci, "Wireless Sensor Networks: a Survey", *Computer Networks*, Vol. 38, No. 4, pp. 393-422, March, 2002.
- [9] P. Rentala, R. Musunuri, S. Gandham, and U. Saxena, "Survey on Sensor Networks", Technical report UTDCS-10-03, University of Texas, 2003.
- [10] Membership Information in NS2. [Internet]. Available: <https://www.isi.edu/nsnam/ns/>
- [11] A. R. Al-Ali, Y. R. Aji, H. F. Othman, and F. T. Fakhreddin, "Wireless Smart Sensors Networks Overview", *Proc. of the 2nd IFIP International Conference on Wireless and Optical Communications Networks*, pp. 536-540, March, 2005.
- [12] IEEE Std. 802.15.4-2003, "Wireless Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specifications for Low Rate Wireless Personal Area Networks (LR-WPANs)", New York, IEEE Press, Oct., 2003.



홍 성 화 (Sung-Hwa Hong)

2008년 8월 : 고려대학교 전자컴퓨터공학과 (공학박사)
 2009년 3월 ~ 2011년 8월 : 동양미래대학교 소프트웨어정보학과 교수
 2011년 8월 ~ 현재 : 목포해양대학교 해양정보통신공학과 조교수
 ※관심분야 : USN, 홈네트워크, 센서 네트워크, 임베디드 시스템, 계측제어



고 재 필 (Jae-Pil Ko)

2004년 2월 : 연세대학교 컴퓨터과학 (공학박사)
 2004년 3월 ~ 현재 : 금오공과대학교 컴퓨터공학과 교수
 ※관심분야 : 패턴인식, 컴퓨터비전, 영상처리



곽 재 민 (Jaemin Kwak)

1998년 2월 : 한국항공대학교 통신정보공학과(공학사), 1999년 8월 : 한국항공대학교 대학원 통신정보공학과(공학석사)
 2002년 8월 : 한국항공대학교 대학원 통신정보공학과(공학박사)
 2002년 7월~2003년 7월 : 한국전자통신연구원 네트워크 연구소 (Post-doc.)
 2003년 7월~2008년 2월 : 전자부품연구원 SoC 연구센터 책임연구원
 2008년 3월~현재 : 목포해양대학교 해양정보통신공학과 부교수
 ※관심분야 : 디지털 통신 시스템, 유무선 통신신호처리