

# Data Fusion 기술을 활용한 스마트선박 내 효율적 데이터 전송 방안

김연근\*, 이성로\*, 정민아\*\*, 김범무\*\*\*, 민상원<sup>o</sup>

## Efficient Data Transmission Scheme with Data Fusion inside a Smart Vessel

Yeon-Geun Kim\*, Seong Ro Lee\*, Min-A Jeong\*\*, Beom-mu Kim\*\*\*, Sang-Won Min<sup>o</sup>

### 요약

최근 스마트선박 기술 관련 연구에 대한 관심이 증가하고 있다. 또한 스마트선박 기술의 발달로 데이터가 sensor node들에 의해 수집되면서 전송횟수의 증가로 인해 network의 과부하를 야기할 수 있다. 따라서 본 논문에서는 스마트선박 내부의 sensor node에 대한 data 전송횟수에 대한 빈도수를 줄이기 위해 data fusion를 이용하여 data를 가공 처리하는 기법을 적용하였다. 스마트선박 내부에서 수집되는 data는 의미있는 data 가공하여 센터로 전송되어 network의 부하를 줄이고 효율적으로 data를 전송할 수 있는 방안을 제시하였다.

**Key Words** : Smart Vessel, Data Fusion

### ABSTRACT

Recently, there has been interests in smart vessel technology, and it needs to consider an intelligent control system for efficient vessel manangement. In a smart vessel, however, it can cause a network overload due to a number of data transmission from a variety of sensor nodes and bridge nodes. In this letter, we propose an data transmission scheme with data fusion to reduce the number of traffic from the sensor nodes. Hence it can decrease network overload for intelligent vessel management.

### I. 서론

최근 스마트라는 용어가 확산되면서 수 십년 세계 조선 세계 강국인 한국의 조선산업에 IT기술을 융합한 연구에 대한 관심이 증가하고 있다. 정책적으로 IT

융합이 강조되고 있는 이유는 기존에 발생하였던 점진적인 융합과는 다르게 혁신적, 광역적인 성격을 띠고 있기 때문이다<sup>[1]</sup>. 현재 한국은 조선강국의 위치를 지키기 위해 IT조선 융합기술을 개발을 통하여 스마트조선(smart shipbuilding)과 스마트선박(smart

※ 이 논문은 미래창조과학부 및 정보통신산업진흥원의 IT융합 고급인력과정 지원사업(NIPA-2014-H0401-14-1009)과 2012년도 정부(교육부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업(2012R1A1A2007155) 및 2014년도 광운대학교 교내학술연구비 지원에 의해 연구되었음.

♦ First Author : Kwangwoon University Department of Electronic Communication Engineering, kyg@kw.ac.kr, 학생회원

o Corresponding Author : Kwangwoon University Department of Electronic Communication Engineering, min@kw.ac.kr, 정회원

\* Mokpo University Department of Information & Electronics Engineering, srlee@mkpo.ac.kr, 정회원

\*\* Mokpo National University Department of Computer Engineering, majung@mkpo.ac.kr, 정회원

\*\*\* Department of Electronics Engineering, Mokpo National University, kiger1907@mkpo.ac.kr

논문번호 : KICS2014-10-392 Received October 8, 2014; Revised November 7, 2014; Accepted November 7, 2014

vessel) 등 다양한 고부가가치 선박 제품을 생산하고 있으며, 선박 기능의 효율성, 안정성, 신뢰도 등 향상을 목표로 연구가 활발하게 진행하고 있다.

그 중에서 ship-to-ship / ship-to-shore에 대한 통신 인프라를 구축하기 위해서 IT 기술을 접목한 SAN(ship area network)와 스마트선박에 대한 연구가 활발하게 진행되고 있다. 스마트선박의 경우 sensor node를 이용하여 스마트선박 내부의 data를 습득하고 효율적으로 스마트선박 내부를 관리할 수 있다. 따라서 스마트선박의 구축이 활발하게 진행될 경우 기존의 선박 기능을 보다 효율적으로 사용할 것으로 기대한다. 하지만 스마트선박들의 많은 양의 data를 처리하기에는 많은 한계가 있다. 또한 스마트선박의 기능들이 향상될수록 내부의 network 향상된 성능이 요구되며 data redundancy를 줄이는 연구가 필요하다<sup>2)</sup>. 따라서 본 논문에서는 data fusion 기술을 통해 다양한 스마트선박에서 전송되는 data를 가공 처리하여 network의 부하를 줄일 수 있는 방안을 제시하였다.

## II. 제안한 스마트선박 내부 데이터 전송 방안

본 논문에서는 각 스마트선박에서 처리되는 sensor data를 가공하여 network에 대한 부하를 줄이고 효율적으로 data를 송수신 할 수 있는 방안을 제시한다. 그림 1은 제안한 data 통합 전송 인프라 개요를 나타낸다. 실제로 다양한 스마트선박들이 우리 실생활에서 사용되고 있다. 스마트선박에는 다양한 센서들이 장착되어 스마트선박 내부의 data를 실시간으로 수집할 수 있다. 스마트선박 내부의 sensor node은 data 중계를 통해 sink node까지 data가 전달되어 센터로 전송된다. 하지만 sensor node에서 sensor data 전송과 data 중계로 인한 network의 과부하로 비효율적인 data 전

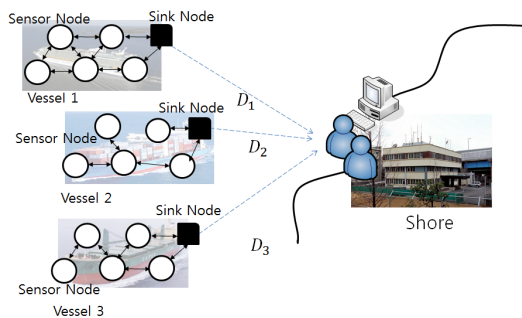


그림 1. 스마트선박의 Sensor Data 전송 개요  
Fig. 1. Overview of Sensor Data Transmission inside Smart Vessel

송이 이루어 질 것이다. 따라서 data 중계에 따른 data redundancy를 줄이면서 가공된 data를 통해 스마트선박을 한번에 관리할 수 있는 센터가 필요하다<sup>3)</sup>. 따라서 스마트선박 내부의 기능적으로 분리된 sensor network에 대한 data를 가공하고 처리하여 의미있는 data로 변환해야 한다<sup>4)</sup>.

스마트선박 내부의 sensor node를 통해 수집되는 data를 의미있는 data로 가공하여 센터로 전송할 경우, 많은 data를 수집하여 처리하는 이전의 과정 필요없이 실시간으로 스마트선박의 현재 상태를 체크할 수 있다. 그림 2는 sensor node, sink node 구성되어 있다. 각각의 sensor node들은 스마트선박의 내부의 data를 수집하고 다양한 이벤트를 발생한다. Sensor node에서 수집되는 data는 다른 sensor node를 중계하여 sink node로 전송된다. 스마트선박 내부의 모든 sensor data가 sink node로 전송되어 센터로 전달되기 때문에 sink node에 근접한 sensor node의 data 수신 횟수는 자신의 하위 계층의 sensor node에 대한 개수와 동일하다. 따라서 하위 sensor node의 개수만큼 data 수신된다. 이로 인해 불필요한 data가 중복으로 전송될 뿐만 아니라 network 과부하를 발생하는 요인이 된다.

본 논문에서는 sensor node에서 sink node로 data가 전송되는 횟수를 최소화하기 위해서 data fusion 기술을 적용하였다. Data fusion은 서로 비슷한 속성을 가지고 있는 data간에 불필요한 요소를 제거하여 의미있는 data로 변환한다. 따라서 스마트선박 내부의 기능별 정보에 대한 속성을 분류하여 data fusion 알고리즘이 적용되어야 한다. Data fusion 알고리즘에 대한 내용은 본 논문에서 다루지 않지만 개요와 방향을 제시한다.

그림 3(a)에서 sensor node A의 data는 sensor node B로 data가 전송된다. Sensor node B에는 자신의 data B와 data A를 가지고 있다. Sink node로 data

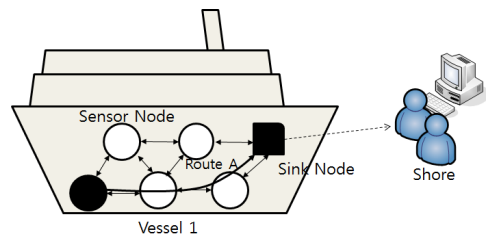


그림 2. 스마트선박 내 Sensor Node 중계 시나리오  
Fig. 2. Scenario of Relaying Data from Sensor Node inside Smart Vessel

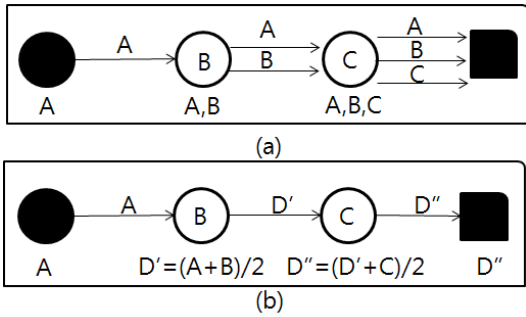


그림 3. Sensor Data 전송 횟수 (a) Data Fusion을 적용하지 않은 Data 전송 (b) Data Fusion을 적용한 Data 전송  
 Fig. 3. Number of Sensor Data Transmission (a) Transmission of Sensor Node Data without Data Fusion (b) Transmission of Sensor Node Data with Data Fusion

를 전송하기 위해서는 sensor node C로 전송해야 한다. 이때 자신의 가지고 있는 data A와 data B를 sensor node C로 전송한다. 마찬가지로 sensor node C에서는 자신의 data C와 인접 sensor node에서 수신한 data A와 data B를 sink node로 전송하게 된다. 따라서 sensor node C에서는 3회 data가 전송된다. 그림 3(b)에서는 data fusion 기술을 적용한 전송을 나타내며 각 sensor node에서 수집되는 data의 속성은 비슷하다고 가정한다. Sensor node A에서 data A가 sensor node B로 전송된다. Sensor node B는 data A와 자신의 data B를 속성 data 수치 값을 평균화하여 새로운 data인 D'를 생성한다. Sensor node B에서 data D'를 인접 sensor node C로 전달한다. Sensor node A와 B의 속성 data를 모두 포함하고 있는 data D'와 data C간 data fusion를 통해 새로운 data인 D''을 생성한다<sup>5][6]</sup>. 따라서 그림 3(a)와 다르게 sensor node C에서 sink node로 data가 1회 전송된다. 수식 (1)은 data fusion을 적용하지 않은 sensor node간 수식 (2)는 data fusion을 적용한 전송 횟수를 수식으로 표현하였다. n은 노드 개수를 의미하며 n개의 sensor node간 전체 전송 횟수를  $T_n$  으로 표기하였다. 수식 (1)의 경우 data fusion을 적용하지 않은 상황에서 각각의 sensor node가 자신의 data와 이전의 sensor node에서 수신된 data를 포함하여 전달하는 수식으로 나타내었다. 따라서 수식 (1)에서는 자신의 하부 sensor node들의 개수만큼 data가 전송되기 때문에 노드의 개수 n만큼의 시그마 연산과 동일하다. 하지만 자기 자신의 대한 전송에 대한 여부는 다음 전송에서 수행되기 때문에 data 전송횟수를 n-1번 시그마 연산이 수행된다. 수식 (2)에서는 sensor node들로 data가

중계되면서 평균 값으로 data를 가공하여 data를 전송하게 된다. 따라서 sensor node의 개수를 n이라고 가정할 때, sensor node n번째까지 수행되는 data 전송 횟수는 n-1에 대한 수식을 도출할 수 있다. 자신의 data 전송은 다음 전송에서 이루어진다. 이는 sensor network에서 sensor node들의 수가 적은 경우 성능의 효율성은 크게 차이가 나진 않지만 sensor node의 수가 증가할수록 data 전송되는 횟수에 있어 차이가 있을 것이라고 예상한다.

$$T_n = \frac{n(n-1)}{2}, \tag{1}$$

$$T_n = n - 1. \tag{2}$$

### III. 제안한 데이터 전송 방안 성능 평가

제안한 방법을 평가하기 위해 수학적인 계산을 통해 data fusion 기술을 적용한 sensor node에 대한 network 효율성을 증명하였다. 그림 3 기준으로 수식 (1)과 (2)를 통해 network 전체 전송 횟수를 비교해 보았을 때 data fusion을 적용하지 않은 4개의 sensor node에서 전송되는 횟수는 6회이며, data fusion을 적용한 4개의 sensor node에서 전송되는 횟수는 3회의 결과를 도출하였다. 센터에서 전송받은 data를 가공하고 처리하는 과정을 고려해볼 때 data fusion을 적용한 경우에 network에 걸리는 부하를 최소화할 수 있다. 그리고 센터에서 많은 data를 가공하고 처리할 필요없이 가공된 data를 수신받을 수 있는 장점을 가지고 있다. 하지만 sensor data의 속성을 고려하여 data fusion 알고리즘을 설계하는 것과 알고리즘을 통해 data를 처리 할 수 있는 하드웨어 성능이 필요하다.

### IV. 결론

본 논문은 스마트 선박의 network에서 불필요한 data를 줄이고 network의 부하를 최소화하기 위해 data fusion 기술을 적용하였다. Data fusion 기술이 적용되었을 때 network 전체 전송 횟수를 수식을 통해 계산하여 효율성을 증명하였다. Sensor node간 1:1로 data를 주고 받을때는 data fusion 기술에 대한 효율성이 떨어지지만 sensor node가 많아질수록 data fusion 기술 적용에 대한 효율성이 증가할 것이라고 생각한다. 성능 검증에서는 임베디드 장치와 온도 센서 및 거리 센서를 활용하여 sensor node 대한 프로토

타입을 제시하고, 무선통신기술을 이용하여 data를 서로 송수신 및 중계 함으로써 성능 점검을 고려할 수 있다.

### References

- [1] C. H. Hyun, "The directions of IT-based convergence policy the directions of IT-based convergence policy," *Electronics and Telecommun. Trends*, vol. 23, no. 2, Apr. 2008.
- [2] S. Sung, "Current state of the D2D communication technology of mobile phone network-based," *J. KICS*, vol. 29, no. 7, Jul. 2012.
- [3] M. A. Jung, S. R. Lee, and Y. U. Lee, "IT shipbuilding technology overview," *The Korean Inst. Commun. Inf. Sci.*, vol. 30, no. 10, Sept. 2013.
- [4] D. S. Lim, *Development of solution for ship safety navigation based maritime ad-hoc network*, Electronics and Telecommunications Research Institute, Nov. 2013.
- [5] C. W. Ahn and S. G. Hwang, "Big data technologies and main issues," *J. Comput. Sci. Eng.*, vol. 30, no. 6, pp. 10-17, Jun. 2012.
- [6] H. Ma, D. Zhao, and P. Yuan, "Opportunities in Mobile Crowd Sensing," *IEEE Commun. Mag.*, vol. 52, no. 8, Aug. 2014.

### 김 연 근 (Yeon-Geun Kim)



2012년 2월 : 광운대 전자통신 공학과 학사  
 2014년 3월~현재 : 광운대학교 전자통신공학과 석사과정  
 <관심분야> LBS, WSN, IoT

### 이 성 로 (Seong Ro Lee)



1987년 2월 : 고려대학교 전자 공학과 공학사  
 1990년 2월 : 한국과학기술원 전기 및 전자공학과 공학석사  
 1996년 8월 : 한국과학기술원 전기 및 전자공학과 공학박사  
 1997년 9월~현재 : 목포대학교 공과대학 정보전자공학과 교수

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

### 정 민 아 (Min-A Jeong)



1992년 2월 : 전남대학교 이학사  
 1994년 2월 : 전남대학교 이학 석사  
 2002년 2월 : 전남대학교 이학 박사  
 2002년 4월~2003년 2월 : 광주 과학기술원정보통신공학과 Post-Doc

2003년 4월~2005년 2월 : 전남대학교 전자통신기술 연구소 Post-Doc

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

### 김 범 무 (Beom-mu Kim)



2012년 2월 : 목포대학교 정보 전자공학과 학사(공학인증)  
 2014년 2월 : 목포대학교 전자 공학과 석사  
 2014년 3월~현재 : 목포대학교 전자공학과 박사과정  
 <관심분야> LBS, WSN, IoT

민 상 원 (Sang-Won Min)



1996년 : 한국과학기술원 전기  
및 전자공학과 박사

1999년 2월~현재 : 광운대학교  
전자통신공학과 교수

1990년 2월~1999년 2월 : LG  
정보통신 선임연구원

<관심분야> Next-Generation  
Convergence Networks