

수중 센서 네트워크를 위한 효율적인 데이터 전송 기법

박현훈, 박진호, 이종근, 김성운
부경대학교 정보통신공학부

e-mail : *parkhh; parkjh; nabaly; kimsu@pknu.ac.kr*

Efficient Data Transmission Scheme for Underwater Wireless Sensor Networks

Hyun-Hoon Park, Jin-Ho Park, Jong-Geun Lee, Sung-Un Kim
Department of Telecommunication Engineering
Pukyong National University

Abstract

The Underwater Wireless Sensor Network (UWSN) consists of sensor nodes equipped with a small battery of limited energy resource. Hence, the energy efficiency is a key design issue that needs to be addressed in order to improve the lifetime of the network. In this paper, we use a hexagon tessellation with an ideal cell size to deploy the underwater sensor nodes for the UWSN and propose an enhanced hybrid transmission method that considers the load balancing once the data transmission occurs.

I. 서론

최근 과학적, 상업적 탐구와 해안선 보호를 위한 수중 환경의 관찰에 대한 관심이 증대되고 있다. 광범위한 해양 관찰을 위한 이상적인 기법으로 수중 무선 센서 네트워크라고 불리는 수중 무선 센서들로 이루어진 분산 시스템이 있다. 주어진 영역에 대한 협동적인 관찰 임무를 수행하는 다양한 수의 센서들과 센서들을 장착한 무인 또는 자동 수중 장치들은 수중 자원 탐사와 과학적 자료 수집을 가능하게 한다. 수중 센서 노드들은 해양 데이터 수집, 오염 관찰, 근해 탐사, 재해

예방, 항해, 전략적 감시 등의 어플리케이션들에 사용될 수 있다[1-4]. 이러한 수중 센서 네트워크는 지상 센서 네트워크에 비해 공간적으로 덜 조밀하고 더 긴 전송 거리를 가지고 있기 때문에 데이터 전송 기법은 라우팅이나 데이터 통합기법만큼 중요성을 가진다. 본 논문에서, 우리는 수중 센서 노드들을 배치하기 위하여 육각형 모자이크 접근방식을 적용하여, 데이터 전송이 일어날 때 로드밸런싱을 수행하는 하이브리드 데이터 전송 알고리즘을 제안하였다.

II. 본론

2.1 육각형 모자이크 모델

2차원 수중 센서 네트워크는 바닥에 고정된 센서 노드들로 이루어져 있다. 여러 개의 센서 노드들은 하나의 클러스터를 이루고 이러한 클러스터들이 모여 하나의 네트워크를 구성한다. 수중 센서 노드들은 무선 음파 링크를 통해 하나 또는 더 많은 수중 싱크들(uw-sinks)과 연결된다. 수중 싱크는 바닥에서 수표면 스테이션까지 데이터를 전달하는 역할을 한다. 수중 싱크는 일반적인 센서 네트워크에서의 BS 역할을 하므로 우리는 각 수중 싱크를 BS로 간주한다[4].

여기서, 우리는 주어진 클러스터의 영역을 커버하기 위해 육각형 모자이크 기법을 적용한다[5]. BS는 클러스터의 중앙에 위치하고 각 셀은 다수의 센서 노드들을 가진다. 우리는 중심 셀을 둘러싼 셀들의 집합을

중심 고리 A_1 이라 정의한다. 그리고 BS의 바깥으로부터 A_{k-1} 을 둘러싼 셀들의 집합을 A_k 를 사용하여 나타낸다.

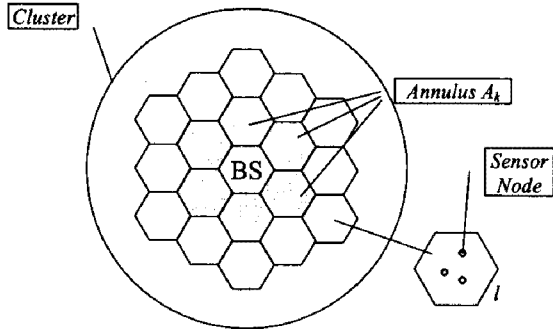


그림 1. 클러스터에 대한 육각형 모자이크 모델

2.2 에너지 효율적인 하이브리드 전송 기법

주어진 네트워크에 대하여 균형적인 에너지 소비를 위하여, 우리는 직접 전송과 유니폼 멀티-홉 포워딩에 기반한 하이브리드 전송기법을 제안한다.

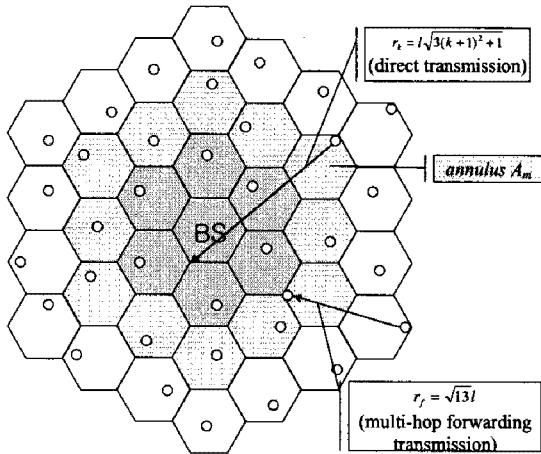


그림 2. 하이브리드 전송 기법

제안된 하이브리드 전송 기법은 하나의 노드와 BS (Base Station) 사이의 거리에 의해 결정되는 임계 영역(m)을 적용하는 방식으로 데이터 전송 성능을 향상시킨다.

- 고리 A_k 안에 있는 노드들에 대하여, $m \leq k \leq q$, 유니폼 포워딩 기법을 사용 (q : 총 고리의 수)
- 고리 A_k 안에 있는 노드들에 대하여, $1 \leq k \leq m$, 직접 BS로 데이터를 전송

제안된 기법에서, 임계 고리 A_m 안에 존재하는 노드들은 모든 데이터를 BS로 직접 전송한다. A_k 에서의 총 에너지 소모는 아래와 같이 나타낼 수 있다.

$$\begin{cases}
 \text{[if } k = q\text{],} & E_k = \sum [e_i(r_k)N_k^f] \\
 \text{[if } m < k < q - 1\text{],} & E_k = e_i(r_f)N_k^f + \sum_{i=1}^{q-k} [e_i(r_f)N_{k+i}^f] \\
 & + \sum_{i=1}^{q-k} [e_r(r_f)N_{k+i}^f] \\
 \text{[if } k = m\text{],} & E_k = e_i(r_k)N_k^d + \sum_{i=1}^{q-m} [e_i(r_k)N_{k+i}^d] \\
 & + \sum_{i=1}^{q-m} [e_r(r_f)N_{k+i}^f] \\
 \text{[otherwise],} & E_k = \sum [e_i(r_k)N_k^d]
 \end{cases}$$

IV. 결론

본 논문에서는 수중 무선 센서 네트워크를 위한 에너지 효율적인 전송 기법을 제안하였다. 멀티-홉 포워딩 기법의 사용 시 가장 안쪽에 위치한 노드들에 집중되던 트래픽 부하는 하이브리드 전송 기법에 의해 고리 A_m 안에 있는 노드들에 나누어진다.

시뮬레이션 결과는 하이브리드 전송 기법이 로드 밸런싱을 통해 UWSN의 생존시간을 향상시키는 것을 나타낸다. 이러한 결과는 하이브리드 전송 기법이 멀티홉 포워딩 기법보다 보다 높은 에너지 효율성을 가지는 것을 의미한다. 결론적으로 우리는 제안된 하이브리드 기법이 에너지 효율적인 데이터 전송 기법 관점에서 우수하다는 것을 나타내고 UWSN 어플리케이션에 대하여 보다 적합하다고 결론지을 수 있다.

참고문헌

- [1] Jun-Hong Cui, et al. "Challenges: Building Scalable and Distributed Underwater Wireless Sensor Networks (UWSNs) for Aquatic Applications", Tech. Rep, UbiNet-TR05-02 (BECAT/CSE-TR-05-5), UCONN CSE, Jan 2005.
- [2] J. Heidemann, "Underwater sensor networking: Research challenges and potential applications", Tech. Rep, ISI-TR-2005-603, USC/Information Sciences Institute, July 2005.
- [3] I. F. Akyildiz, et al, "Challenges for Efficient Communication in Underwater Acoustic Sensor Networks", ACM Sigbed Review, Vol. 1, no 2, July 2004.
- [4] I. F. Akyildiz, et al, "Underwater Acoustic Sensor Networks: Research Challenges", Elsevier's Journal of Ad Hoc Networks, Vol. 3, Issue 3, pp. 257-279, May 2005.
- [5] Q. Xue and A. Ganz. "Maximizing sensor network lifetime: Analysis and design guides". In Proceedings of MILCOM, 2004.