

# 해양 무선 네트워크에서 공통 상황 인식을 위한 전송 기법 연구

고병훈, 이두호, 김광순, \*표세준, \*강일우, \*이연우, \*\*송익호, \*이성로  
연세대학교, \*목포대학교, \*\*한국과학기술원

{bhko, dh.rhee, ks.kim}@yonsei.ac.kr

## A Study on transmission scheme for the common situational awareness in maritime wireless networks

Ko Byung Hoon, Rhee Duho, Kim Kwang Soon, \*Pyo Se Jun, \*Kang Il Woo, \*Yeon Woo Lee, \*\*Ickho Song, \*Seong Ro Lee  
Yonsei Univ., \*Mokpo National Univ., \*\*KAIST

### 요약

본 논문에서는 해양에 존재하는 센서들로부터 수집된 정보를 센서 주변의 통신 장치들과 공유 하기 위하여 디지털 무선 통신 기술을 이용 하고자 한다. 기반 시설이 없는 해양 애드 혹 네트워크 환경을 고려하여 랜덤 매체 접근 제어 방식을 적용 하는 경우 송신 장치의 밀도를 이용한 매체 접근 확률 값의 적응적 사용을 통해 네트워크 평균 전송률을 향상 시킬 수 있음을 실험을 통해 확인 하였다.

### I. 서론

기존의 해양 네트워크는 초단파를 이용하는 아날로그 통신과 위성 통신을 기반으로 하였다 [1]. 하지만 이러한 기존의 해양 네트워크는 전송률, 통신 비용 그리고 네트워크의 확장성 측면에서 육지에서 이용 되고 있는 무선 네트워크와 비교할 때 열화 된 성능을 보여 주고 있다. 그러므로 이러한 문제점을 해결 하고자 IEEE 802.16e 와 같은 무선 통신 기술을 이용하는 해양 네트워크가 제안 되고 있다 [2].

본 논문에서는 디지털 통신 기반 무선 네트워크를 활용하여 해양에 있는 센서들로부터 수집된 정보를 센서로부터 일정 반경 내에 존재 하는 모든 통신 장치들에게 전송률과 전달 지연 시간을 고려하여 전달하는 기법을 연구 하고자 한다. 해양 자연 환경에 대한 정보, 항해 중인 선박에 대한 정보 등을 공유 함으로서 항해의 안정성을 향상 시킬 수 있을 뿐 아니라 어업 생산성도 향상 시킬 수 있기 때문이다.

하나의 송신 장치에서 수집된 정보를 다수의 통신 장치에게 전달 하는 방법에 대한 기존의 연구들은 한 개의 채널에서는 한 개의 송신 장치만 전송 하는 상황을 주로 고려 하였다 [3]. 그러므로 동시에 송신 하고 있는 다른 송신 장치로부터의 간섭을 고려하지 않았다. 하지만 이러한 직교 전송 방식은 센서 네트워크와 같이 송신 장치가 증가 하는 경우 무선 자원의 효율적 사용 면에서 한계를 가지고 있다. 그러므로 본 논문에서는 여러 개의 송신 장치가 동시에 전송 할 수 있고 기지국과 같은 기반 시설을 이용한 통신이 어려운 상황에 적합한 랜덤 매체 접근 제어 방식 중 가장 간단한 형태인 슬롯형 알로하 (slotted ALOHA) 프로토콜을 고려 하고자 한다.

슬롯형 알로하 프로토콜은 매 시간 슬롯에서 각 송신 장치가 송신 여부를 독립적으로 결정하여 전송함으로써 메시지의 충돌이 발생 할 수 있고 이로 인한 성능 저하가 나타난다. 그러므로 본 논문에서는 각 송신 장치의 매체 접근 확률을 적응적으로 조절 함으로써

네트워크의 평균 전송률 면에서 성능을 향상 시킬 수 있음을 실험을 통해서 보이고자 한다.

### II. 본론

#### 1 시스템 모형

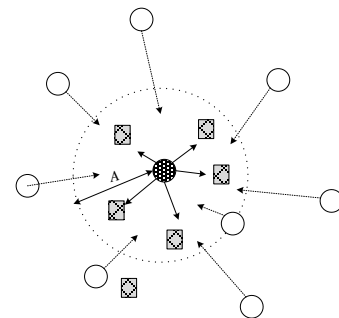


그림 1. 네트워크 모델

본 논문에서 고려 하는 네트워크 모델은 그림 1 과 같이 송신 장치의 주위 반경  $A$  이내에 존재 하는 모든 수신 장치가 송신 장치로부터 정보를 수신 하는 것을 목적으로 한다. 송신 장치와 수신 장치들은 각각 단위 면적당  $\lambda_s, \lambda_d$  밀도로 면적에 균일 하게 분포 된다고 가정한다. 각 송신 장치들은 매체 접근 확률  $q$  값을 이용하여 독립적으로 매 시간 슬롯에서의 전송 여부를 결정하고 동일한 송신 전력  $P$  로 전송 한다. 시간  $t$ 에서 전송 중인 송신 장치의 집합을  $\Phi_{t,q}$  로 나타낸다. 단, 각 송신 장치는 항상 전달할 메시지가 있다고 가정 한다.

본 논문에서는 복합 재전송 기법을 이용하여 허가된 최대 지연 시간  $D$  동안 같은 메시지를 재전송 한다.

그리고 수신 장치는 재전송된 메시지의 신호 대 간섭 잡음 비 (SINR) 값을 결합하여 한계치(threshold)  $\beta$ 를 넘는 경우 메시지를 수신 할 수 있다고 가정한다. 따라서 수신 장치  $i$ 에서 최대 지연 시간  $D$  이내에서의 수신 성공 확률  $p_{s,i}$ 은 수식 1과 같다.

$$p_{s,i}(q, D, \lambda_s, \beta) = \Pr[\gamma_i(q, D, \lambda_s, \beta) \geq \beta],$$

$$= \Pr \left[ \sum_{t=1}^D \left\{ \frac{d_{i,j}^{-\alpha} |h_{i,j}[t]|^2 P}{\sum_{k \in \Phi_{\lambda_s, t, q} \setminus j} d_{i,k}^{-\alpha} |h_{i,k}[t]|^2 P + N_0} \right\} \geq \beta \right].$$

수식 1

수식 1을 이용하여 송신 장치로부터 반경  $A$  이내의 모든 수신 장치가 허용된 최대 지연 시간  $D$  이내에서 메시지 수신에 성공할 확률은 수식 2와 같이 정의한다.

$$\Pr[T(q, \lambda_s, \lambda_d, \beta) < D]$$

$$= \sum_{n=1}^{\infty} \left[ \frac{\mu_{d,A}^n e^{-\mu_{d,A}}}{n!} \times \Pr\{\gamma_1 \geq \beta, \gamma_2 \geq \beta, \dots, \gamma_n \geq \beta\} \right].$$

수식 2

수식 2의  $\gamma_i$ 는 수식 1의  $\gamma_i(q, D, \lambda_s, \beta)$ 을 줄여서 표기하였다.  $\mu_{d,A}$ 는  $\lambda_d$  밀도로 포아송 분포를 가지고 반경  $A$  안에 존재하는 수신 장치의 평균 수를 나타낸다. 이렇게 정의된 확률 식을 수식 3에 적용하여 전송률을 정의한다 [4]. 단,  $T(q, \lambda_s, \lambda_d, \beta)$ 는  $T$ 로 줄여서 표현하였다.

$$\eta(q, \lambda_s, \lambda_d, \beta, D) = \frac{\lambda_s \times \log_2(1 + \beta) \times \Pr[T < D]}{1 + \sum_{d=1}^{D-1} \{1 - \Pr[T < d]\}}.$$

수식 3

2. 매체 접근 제어 확률에 따른 전송률 변화

$$q^* = \arg \max_q \eta(q; \lambda_s, \lambda_d, \beta, D)$$

수식 4

본 논문에서는 수식 4와 같이  $\lambda_s, \lambda_d, \beta, D$ 이 주어진 매개 변수일 때 매체 접근 제어 확률  $q$ 에 따른 전송률 변화를 알아보고 매개 변수에 따른 최적 전송률  $q^*$ 이 존재함을 알아 보고자 한다.

3. 실험 결과

그림 2의 실험 결과는 송신 장치의 밀도가 증가 될 때 매체 접근 제어 확률에 따른 네트워크의 평균 전송률이 어떻게 변화 하는지 보여 주는 결과이다. 모든 매체 접근 제어 확률 값에서 송신 장치의 밀도가 증가 함에 따라 네트워크의 평균 전송률은 증가 하다가 감소 되는 경향을 확인 할 수 있다. 전달 되는 메시지의 수가 증가하지만 너무 많은 메시지가 동시에 전송 되면 이로 인한 간섭이 성능의 열화를 발생 시키기 때문이다.

따라서 송신 장치의 밀도가 낮은 경우에는 매체 접근 제어 확률 값을 증가 시켜서 전송률을 향상 시킬 수 있다. 반면 송신 장치의 밀도가 증가 하는 경우에는 매체 접근 제어 확률 값을 감소 시킴으로써 전송률을 향상 시킬 수 있다. 즉, 네트워크 환경에 따라 적응적으로 매체 접근 제어 확률 값을 이용 함에 따라 주어진 네트워크 환경에서의 평균 전송률을 향상 시킬 수 있다.

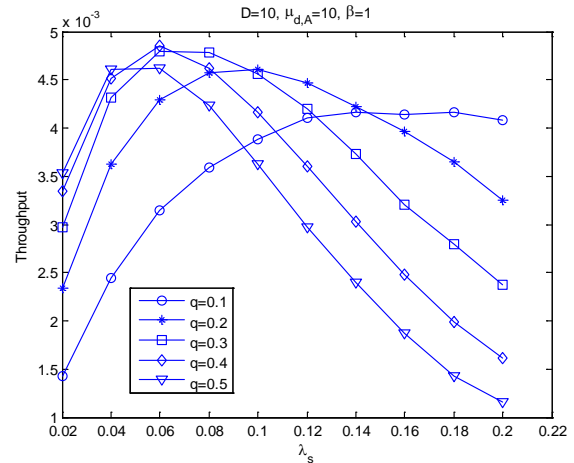


그림 2. 매체 접근 제어 확률에 따른 전송률 변화

III. 결론

본 논문에서는 해양 애드 혹 네트워크를 이용하여 통신 장치 간 정보 공유를 하고자 하는 경우 송신 장치의 분포에 대한 정보를 이용하여 적응적으로 매체 접근 제어 확률을 조정 함으로서 네트워크의 평균 전송률을 향상 시킬 수 있음을 실험을 통하여 확인 하였다.

ACKNOWLEDGMENT

이 논문은 2011년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국 연구 재단의 지원을 받아 수행된 연구임(No. 2011-0029321).

본 연구는 지식경제부 및 정보통신산업진흥원의 대학 IT 연구센터 지원사업의 연구결과로 수행되었음 (NIPA-2011-C1090-1121-0007)

참 고 문 헌

[1] J. S. Pathmasuntharam, et al., "TRITON: High speed maritime mesh networks," *Proc. IEEE PIMRC*, Sep. 2008.

[2] J. S. Pathmasuntharam, et al., "High speed maritime ship-to-ship/shore mesh networks," *Proc. IEEE ITST*, Jun. 2007

[3] I. Maric, et al., "Cooperative multihop broadcast for wireless networks," *IEEE J. Sel. Areas. Commun.*, vol. 22, Aug. 2004

[4] G. Caire, et al., "The throughput of hybrid ARQ protocols for the Gaussian collision channel," *IEEE Trans. Inform. Theory*, vol. 47, no. 5, Jul. 2001