

해상 무선통신 네트워크에서 선체운동에 따른 무선링크 성능 분석 연구

양승철* · 정종민* · 이성호** · 김종덕*

*부산대학교 · **국방과학연구소

The Performance Analysis of Wireless links for the Ship Motion in Maritime Wireless Network

Seung-Chur Yang* · Jong-Min Jeong* · Sung-Ho Lee** · Jong-Deok Kim*

*Pusan National University · **Agency for Defense Development

E-mail : kimjd@pusan.ac.kr

요 약

무선 애드혹 네트워크에서는 무선링크의 성능을 표현하는 다양한 품질 척도가 있다. 그것은 노드가 움직임이 없는 상태에서 주변 무선 상태를 반영한다. 하지만 해상 환경에서는 선박의 이동성 뿐만 아니라 바람과 파고에 의해 선박이 움직이는 특성이 있다. 따라서 선박에 위치한 안테나의 흔들림을 유발하여 신호의 수신을 불안정하게 만든다. 본 논문은 선체운동에 따른 무선 링크 성능을 분석한다. 이를 위해 자이로 센서를 이용하여 서로 다른 해상 환경에서 선체운동을 측정 및 분석하고, 하드웨어 및 소프트웨어에 의한 무선 링크 안정화 방안을 제시한다.

키워드

링크 품질 척도, 선체 운동, 롤링, 피칭, 해상 무선 네트워크

I. 서 론

무선 링크의 성능을 나타내는 다양한 메트릭이 존재한다. 그것들은 일반적으로 무선 채널 상태와 송신자의 전송 능력과 밀접한 관련이 있다. 예를 들면, 무선 간섭이 많은 환경이라면 링크의 성능을 낮게 판단한다. 그리고 송신자의 전송속도가 높으면 링크의 성능을 높게 판단한다. 보다 정확한 메트릭을 위해 다양한 척도를 메트릭에 반영하는 시도가 있었다.

본 연구의 기본 취지는 해상 환경에서 디지털 무선 네트워크를 구성하는 것이다. 해상 환경에서는 선박의 이동성뿐만 아니라 바람과 파고에 의해 선박이 움직이는 특성이 있다. 따라서 선박에 위치한 안테나의 흔들림을 유발하여 신호의 수신을 불안정하게 만든다. 따라서 해상 환경에 적합한 무선링크 메트릭이 요구되며, 본 논문에서는 서로 다른 조건에서 선체운동과 패킷 수신 성공률과의 관계를 설명한다. 뿐만 아니라 선체운동에 따른 안정화 방안을 제안한다.

II. 무선 링크 성능 척도

대표적인 링크 메트릭은 다음과 같다 [1]. RTT은 무선 링크를 통해 패킷을 보낸 후 다시 응답을 받기까지 걸리는 시간을 의미한다. PktPair는 크기가 작은 패킷과 큰 패킷을 주변 노드에 전달하여 전송할 때 두 번째 패킷이 전송되는데 걸리는 시간을 말한다. 그리고 ETX는 패킷을 다음 노드에 전달할 때 성공적인 전달을 위한 평균 송신 수를 의미한다. 이것은 비대칭적인 전달율을 고려하여 순방향 전달율과 역방향 전달율을 고려한다. 마지막으로 ETT는 ETX의 단점을 극복하여 대역폭을 고려한 메트릭이다. 각각의 메트릭은 사용 목적과 측정 방법에 따라 장단점이 존재한다.

기존 메트릭은 선체운동에 따른 링크의 상태 변화를 고려하지 않는다. 물론, 기존 메트릭을 통해 선박의 흔들림에 따른 수신신호의 불안정성을 인지할 수는 있다. 하지만 메트릭은 경로 설정, 링크 관리 그리고 전송속도 제어 등에 적용되기 때문에 보다 정확한 상황을 표현해야 한다.

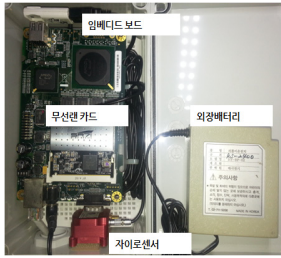


그림 1. 실험 보드



그림 2. 육상 설치

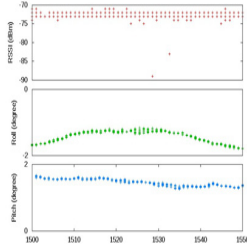


그림 3. 육상 고정

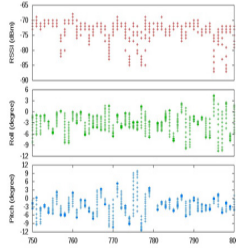


그림 4. 해상 고정(1)

III. 선체 운동에 따른 링크 상태 분석

해상 환경 실험을 위한 실험 도구는 다음과 같다. 그림 1과 같이 임베디드 보드는 AMD Geode 500 MHz로 동작하는 Alix 3d2를 사용한다. 그리고 802.11gn 라디오로 동작하는 Ubiquiti SR71-A 무선랜카드를 부착한다. 그리고 2.4 GHz 대역의 13 dBi 무지향성 안테나를 이용한다. 연안에는 그림 2와 같이 AP 노드를 설치하고, 소형 선박에는 STA 노드를 설치한다. STA 노드는 자이로 센서에서 얻은 롤/피치 정보와 AP 노드의 비콘 프레임의 수신세기 정보를 각각 저장한다.

그림 3과 그림 4는 선체운동에 따른 수신신호 세기의 불안정성을 보여준다. 그림 3은 육상 환경에서 측정된 것으로, 수신신호 세기는 5 dBm, 롤과 피치는 최대 1도 정도 차이가 난다. 그림 4는 해상 환경에서 측정된 것으로, 수신신호 세기는 19 dBm, 롤과 피치는 최대 15도 정도 차이가 난다. 결과적으로 전송 노드는 동일한 출력으로 프레임을 전송하며, 선체운동에 따른 수신신호의 불안정성이 존재함을 확인했다 [2].

그림 4과 그림 5는 해상환경에서 선체 이동에 따른 프레임 수신 성공률을 나타낸다. 그림 4는 AP 노드와 1.6 Km 거리에서 정지상태 일 때 측정된 것이며, 그림 5는 1.6 Km 에서 1 Km 지점으로 이동하면서 측정된 것이다. 정지 상태와 이동 상태 모두 수신신호 세기의 변화가 크다. 이 실험 결과에서 주목해야 할 부분은 프레임 수신 성공률이다. 표 1에서 볼 수 있듯이 그림 4의 경우 수신 성공률이 96 %이다. 즉, 롤과 피치의 영향이 존재한다 하더라도 프레임 수신에는 영향을 주지 않는다고 할 수 있다. 반면, 그림 5의 경우는 그림 4과 비교하였을 때 표준 편차에 차이는

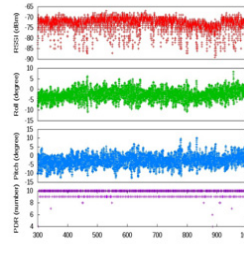


그림 5. 해상 고정(2)

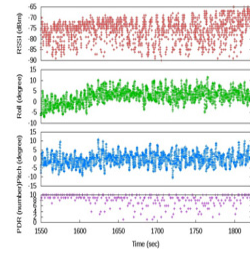


그림 6. 해상 이동

표 1. 고정/이동 환경에서 선체운동 결과

| 청사포 | 고정 | 이동 |
|----------------|------------|-----------|
| 롤 [평균, (표준편차)] | -2.5 (2.6) | 2.6 (3.2) |
| 피치[평균, (표준편차)] | -2.7 (3.1) | 0 (3.4) |
| 평균 수신 성공률 | 9.6 | 8.2 |

유사하지만, 수신 성공률이 상대적으로 낮게 나타났다.

본 실험에서는 기본 전송속도 (6.5 Mbps)로 전송하는 비콘 프레임을 이용한다. 이 비콘 프레임이 정상적으로 수신되었다는 것은 수신신호 세기가 수신 감도 이상일 때를 말한다. 적용한 무선랜카드의 수신 감도는 -97 dBm이다. 즉, 선체운동으로 안테나의 흔들림이 발생한다 하더라도 링크의 마진이 존재한다면 프레임 수신에는 문제가 없다는 것을 의미한다.

IV. 결 론

본 논문은 해상 환경 실험을 통해 선체운동과 프레임 수신 성공률의 관계를 분석하였다. 안테나의 흔들림이 분명히 수신신호의 불안정성을 야기하지만, 수신 성공률과 직접적 관계가 있는 것은 아니다. 해상 무선링크 안정화 방안으로 무선링크 마진을 고려하여 전송속도를 제어하는 방법과 MIMO 안테나 선택하는 방법을 제안한다. 즉, 링크 마진이 충분하지만 수신신호가 불안정하다면, 링크 마진을 높이기 위해 고이득의 안테나를 선택하거나 전송속도를 낮춘다. 이를 통해서 보다 저비용으로 해상 환경에서 원활한 통신 시스템을 구축할 수 있다고 판단한다.

참고문헌

[1] Parissidis, Georgios, et al. "Routing metrics for wireless mesh networks." *Guide to Wireless Mesh Networks*. Springer London, 2009. 199-230.
 [2] Ang, Chee-Wei, and Su Wen. "Signal strength sensitivity and its effects on routing in maritime wireless networks." *Local Computer Networks, 2008. LCN 2008. 33rd IEEE Conference on*. IEEE, 2008.