

해양 통신 상황에서 에너지 효율성을 위한 빔 선택

이경제* · † 김동구

*연세대학교 대학원 박사과정생, † 연세대학교 전기전자공학부 교수

Beam selection technique for energy efficiency in marine communication situations

Kyeong-jea Lee · † Dong-Ku Kim*

**Student, Graduate School of Yonsei University, Seoul 120-749, Korea*

† Professor, Graduate School of Yonsei University, Seoul 120-749, Korea

요 약 : 해양 환경에서의 무선 통신은 거리가 먼 통신에 많은 전력이 필요하며, 이로 인해 에너지 소비가 매우 크다. 또한, 해양 환경에서는 많은 제약 조건이 존재하기 때문에 기존의 무선 통신 기술을 적용하기 어렵기 때문에 이러한 문제를 해결하기 위한 새로운 기술이 필요하다. 본 논문에서는 해양 환경에서의 빔 선택 기술에 대해 연구하고 이를 통해 특정 지역에서 통신을 위해 필요한 빔을 선택하여 전송함으로써 전체 전력 소비를 줄이고, 신호 간 간섭을 최소화하여 더 나은 품질의 통신을 가능하게 한다. 이를 시뮬레이션을 통해 기존의 무선 통신 기술과 비교하여 에너지 효율성을 검증하고, 이러한 빔 선택 기술은 기존의 무선 통신 기술에 비해 전력 소비가 적으며, 더 나은 통신 품질을 제공함을 확인할 수 있었다. 따라서, 빔 선택 기술은 해양 환경에서의 효율적인 통신 시스템을 구축하는데 중요한 역할을 하며 이를 통해 보다 넓은 영역에서의 통신 품질 향상을 기대할 수 있다.

핵심용어 : 해양통신, 빔 선택, 에너지 효율성,

Abstract : Wireless communication in marine environments requires a significant amount of power for long-range communication, resulting in high energy consumption. Moreover, the numerous constraints in marine environments make it difficult to apply existing wireless communication technologies, necessitating the development of new technologies to address these issues. This paper investigates beam selection technology for marine environments, which reduces overall power consumption and minimizes interference between signals by selecting and transmitting necessary beams for communication in a specific area, enabling better quality communication. We validate the energy efficiency of the beam selection technology through simulations and compare it with existing wireless communication technologies. The results show that beam selection technology consumes less power and provides better communication quality than existing wireless communication technologies. Therefore, beam selection technology plays a critical role in establishing efficient communication systems in marine environments, and its application can improve communication quality over a broader area.

Key words : Marine communication, beam selection, energy efficiency.

1. 서 론

해양 환경에서의 통신은 거리가 멀고 신호가 불안정하기 때문에 에너지 소비가 많이 필요하다. 또한 해양 환경에서 적용되는 기존의 무선 통신 기술은 많은 제약 조건을 가지고 있어서, 이러한 제약 조건을 극복하고 더 나은 통신을 위해서는 새로운 기술이 필요하다 [1]. 빔 선택 기술은 해양 통신 시스템에서 에너지 효율성을 향상시키기 위한 중요한 기술이다 [2]. 이 기술은 특정 지역에서 통신을 위해 필요한 빔을 선택하여 전송하는 방식으로 작동합니다. 이를 통해 전체 전력 소비를 줄이고, 신호 간 간섭을 최소화하여 더 나은 품질의 통신을 가능하게 한다. 본 논문에서는 해양 환경에서의 빔 선택 기술에 대해 자세히 다루고 있다. 우선, 해양 통신 상황에서의 빔 선택 기술의 원리와 적용 가능성을 살펴보고, 시뮬레이션을 통해 에너지 효율성을 검증한다. 제안하는 빔 선택 기술은 기존의 무선 통신 기술에 비해 많은 장점을 가지고 있다. 특히, 전

력 소비가 낮아지므로 배터리 수명이 더 오래 유지되고, 더 나은 통신 품질을 제공할 수 있고 빔 선택 기술은 다른 환경에서도 적용 가능하며, 이를 통해 보다 넓은 영역에서의 통신 품질 향상을 기대할 수 있다. 이를 통해 해양 환경에서의 효율적인 통신 시스템을 구축하는데 도움이 된다.

2.. 시스템 모델

본 논문에서는 단일 기지국(BS), 단일 수신단 부표를 포함하는 해양 시나리오의 다운링크를 고려한다. 수신단인 부표는 다중 안테나가 장착되어 있다.

2.1 채널 모델

셀룰러 타워에서 선박까지의 근해 통신 채널은 해수면에서 덜 반사되는 주요 LOS(line-of-sight) 경로를 가질 것으로 가정한다. 이를 설명하기 위해 [3]에 자세히 설명된 대로 채널을 설

명하기 위해 경험적 손실 Rician 페이딩 모델을 고안했다.

$$H = d^{-\alpha/2} h^r$$

여기서 통신 거리는 d 로 표시되고 경로 손실 지수는 α 로 표시된다. h^r 은 small scale channel fading 계수로 수신단의 흔들린 각도를 고려한다.

2.2 빔 선택과정

수신단에서 수신 빔포밍을 $15^\circ, 30^\circ, 45^\circ$ 의 빔폭을 가지는 빔을 각각 고려한다. 송신단에서 신호를 전송했을 때 해양 채널을 통해 수신단에 들어온 신호에 대한 수식은 다음과 같다.

$$Y = FHx + n$$

여기서 x 는 송신신호 H 는 채널 F 는 수신 빔포밍, n 은 AWGN noise를 가정한다. 이를 통해 수신 Y 에서의 빔 gain을 계산하여 비교한다.

3. 수치시뮬레이션

본 연구의 각도의 variance에 따라 빔계인을 분석하기 위한 것으로서 Table 1에서 simulation의 파라미터를 정리했다.

Table 1 Simulation parameter

Parameter	Values
BS 안테나 높이	10 m
수신단 안테나 높이	4 m
Beamwidth	15, 30, 45
BS power	46 dBm
송수신 거리	5 km

4. 결 론

본 논문에서는 파도의 움직임에 따라 어떤 폭의 빔을 선택하는 것이 이득인지 시뮬레이션 결과를 통해 확인했다. 그림 1의 결과 그래프에서 알 수 있듯이 파도의 움직임이 작을 때 좁은 빔폭의 빔을 사용하는 것이 capacity 확인결과 성능이 훨씬 좋

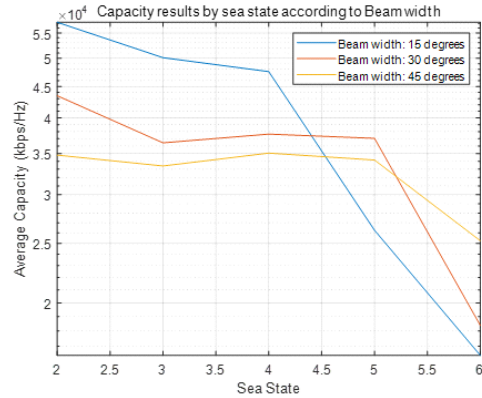


그림1. 파도 상황에 따른 수신단에서의 capacity

지만 파도의 움직임이 커서 움직인 각도의 variance가 커질수록 좁은 빔폭의 빔을 사용했을 때 성능이 더 좋은 것을 확인했다. 이를 통해 현재 파도 상황에 따라 적응형 빔을 사용한다면 송신 파워를 적게 사용하더라도 더 좋은 성능을 낼 수 있음을 확인했다.

사 사

이 논문은 2023 년 해양수산부 재원으로 해양수산과학기술진흥원의 지원을 받아 수행된 연구임(스마트항로표지 현장시설 고도화, 20210636)”

참 고 문 헌

- [1] C. D. Alwis et al., "Survey on 6G Frontiers: Trends, Applications, Requirements, Technologies and Future Research," in IEEE Open Journal of the Communications Society, vol. 2, pp. 836-886, 2021, doi: 10.1109/OJCOMS.2021.3071496.
- [2] Y. Huo, X. Dong and S. Beatty, "Cellular Communications in Ocean Waves for Maritime Internet of Things," in IEEE Internet of Things Journal, vol. 7, no. 10, pp. 9965-9979, Oct. 2020, doi: 10.1109/JIOT.2020.2988634.
- [3] P. A. S. Balkees, K. Sasidhar and S. Rao, "A survey based analysis of propagation models over the sea," 2015 International Conference on Advances in Computing, Communications and Informatics (ICACCI), Kochi, India, 2015, pp. 69-75, doi: 10.1109/ICACCI.2015.7275586.