

수중 음향 환경에서 처프 형태에 따른 동기 성능 분석

서보근, 한상만, 김진원, 이호준

호서대학교

20190939@vision.hoseo.edu, 20235122@vision.hoseo.edu, 20190928@vision.hoseo.edu, hjlee@hoseo.edu

Analysis of Synchronization Performances for Underwater Environments

Bogeun Seo, Sangman Han, Jinwon Kim, Hojun Lee

Hoseo Univ.

요약

수중 음향 환경에서 다양한 환경적 요인에 의해 동기를 추정하는 것이 어렵다. 그러나 신호원의 위치추정이나 수중 음향 통신 등의 다양한 시스템에서 원 신호의 시작점을 정확히 식별하는 것은 중요하다. 동기 추정은 동기 추정용 신호의 형태에 따라 그 성능이 달라진다. 본 논문에서는 수중 음향 환경 적합한 동기 신호의 형태를 도출하기 위해서 다양한 처프 형태에 따른 동기 성능 분석을 비교한다. 수중 음향 환경에서 다중 경로와 도플러 효과를 고려하여 signal-to-noise power ratio (SNR)에 따라 동기 성능 분석하였으며 도플러의 영향으로 인해 동기 성능이 저하되는 것을 방지하는 용도로 설계된 신호 형태가 가장 우수한 동기성능을 보였다.

I. 서론

수중 음향 환경에서 다중 경로와 잡음으로 인해 수신측에서는 신호간섭과 위상 변화등의 문제로 신호를 식별하기 어렵다. 이러한 간섭 요소를 해결하려면 신호의 시작점을 정확하게 설정할 필요가 있다. 이를 위해 동기 신호를 사용하여 다중 경로와 잡음으로 인한 간섭을 줄이고, 신호의 위상 변화를 보다 정확하게 파악할 수 있다. 본 논문에서는 수중 음향 환경 적합한 동기 신호의 형태를 도출하기 위해서 전산 모의실험을 통해 다양한 처프신호에 대한 동기 성능을 비교 분석하여 수중 환경을 극복할 수 있는 동기 신호의 형태를 도출한다.

II. 동기 신호 설계

본 논문에서는 수중 환경에서 각각 다른 형태의 처프신호를 사용해 동기 성능 분석을 수행한다. 수중 환경을 고려하여 설계된 신호 형태를 그림 1에 나타내었다. 그림 1(a)는 상향 처프신호와 단일 톤 신호를 결합한 형태로써 단일 톤을 통해 도플러를 추정하고 상향 처프를 통해 동기를 추정한다. 그림 1(b)는 처프신호와 단일 톤 신호를 각각 0.5초씩 나눈 형태이다. 그림 1(c)는 상하향처프신호를 각각 0.5초씩 나눈 형태이다. 그림 1(a) 같은 경우 그림 1(b)와 달리 결합된 신호이기 때문에 신호의 세기는 다른 두 신호보다 낮은 출력을 보여주고 있다. 그림 1(c) 같은 경우 처프 신호가 2개 이기 때문에 상향 처프 신호와 하향 처프신호를 따로 교차검증을 한 후 도플러로 인한 동기 오차를 보정한다.

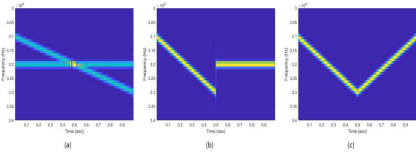


그림 1. 동기신호의 스펙트로그램.

III. 시뮬레이션

본 논문에서 가정된 다중경로는 그림 2에 나타내었다. 그림 2의 임펄스 응답을 기반으로 Rician 채널로 모델링 하였으며, 세부 파라미터는 표 1에 나타내었다.

다중경로 및 도플러 환경에서의 신호 동기화에 대한 시뮬레이션 결과를

그림 3에 나타내었다. 동기성능은 다양한 SNR에서의 Root Mean Square Error(RMSE)를 통해 분석하였다. 그림 1(a)의 성능이 가장 우수했으며 그림 1(b)와 그림 1(c)에 비해 SNR 0 dB에서 각각 약 3배, 15배 우수한 동기성능을 가졌다.

표 1. 전산 모의실험 파라미터

Parameters	Values
Bandwidth	2,000 Hz
K-factor	10 dB
Doppler spread	5.5 Hz
Doppler Shift	5.5 Hz

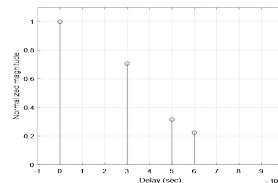


그림 2. 채널 임펄스 응답.

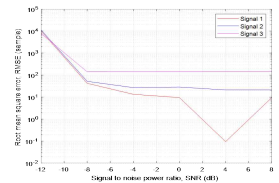


그림 3. 동기성능 분석.

III. 결론

본 논문에서는 수중 음향 환경에서의 처프 형태에 따른 동기 성능 분석을 수행하였다. 각각의 다른 형태의 3가지 처프신호를 가지고 케이스별로 전산 모의실험을 수행한 결과, 그림 1(a)에 나타난 형태의 처프가 가장 우수한 성능을 보였다.

ACKNOWLEDGMENT

- 본 연구는 2023년도 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단-실시간 해저제해 감시 기술개발사업의 지원을 받아 수행된 연구임 (2022M3J9A107887612)
- 본 연구는 소방청 재난현장 긴급대응 기술개발사업(20019290)의 연구비 지원으로 수행되었습니다.

참고 문헌

[1] J.-H. Kim, Y.-H. Cho, and H.-L. Ko, "A study on the timing offset estimation for pilot-based underwater CSS communication system," vol. 46, no. 03, pp. 411-419, Mar. 2021.