

실측 데이터를 이용한 수중 환경에서의 초음파 전달채널 모델링에 대한 연구

이덕환*, 황금주*, 장현석*, 임용곤**, 고학림*
*호서대학교 ** 한국해양연구원

Channel Modeling for Underwater data communications.

DeokHwan Lee*, KyumJu Hwang*, HyunSuk Jang*, YongKon Lim**, HakLim Ko*
*Hoseo University, **KRISO/KORDI

mothello@choi.com, hkj1996@nate.com, eron@naver.com, yklim@kriso.re.kr, hlko@office.hoseo.ac.kr

요약

본 논문에서는 남해 바다에서 디지털 데이터 전송 실험을 통하여 얻은 데이터를 이용하여 수중 초음파 전달채널을 분석하고, 데이터 분석으로 추정된 채널 파라미터를 이용하여 수중에서 고속 및 고성능의 디지털 통신을 위하여 요구되는 디지털 처리 기법의 성능을 정확하게 분석하기 위한 수중채널 모델링을 하였다. 또한, 수중채널 모델링은 모델링된 채널을 및 기타 파라미터를 계수 값으로 하는 FIR 구조 근간의 COSSAP 기법을 사용하였다.

1. 서론

수중에서 고속 및 고성능의 디지털 통신을 하기 위해서는 향후 수중에서의 광대역 빔 형성 기법, 다이버시티, 적응 등화기 기법 및 OFDM 등의 기술이 요구되며, 이러한 방식의 성능을 보다 정확하게 비교 분석하기 위해서는 수중 초음파 채널 분석 및 수중 환경에서의 초음파 채널 모델링이 요구된다. 하지만 육상 통신에서처럼 여러 가지 통신 방식 및 사용 환경에 대한 국가 및 국제 단체에 규약에 의한 채널 파라미터 값이 정해져 있지 않아 채널 모델링에 의한 성능 검증이 객관성이 떨어진다.

따라서 본 논문에서는 성능 검증의 객관성이 이루어질 수 있도록 디지털 데이터 송수신 실험을 통하여 얻은 실측 데이터를 분석하여 추정된 파라미터를 이용한 채널 모델링 기법과, 모델링된 채널을 적용한 수신 신호를 발생하는 방법을 제안하고자 한다.

2. 채널 파라미터 추정을 위한 실측 데이터 분석

본 논문에서 사용한 실측 데이터는 신호 대역폭이 5 kHz이고 중심주파수가 25kHz의 QPSK방식으로 변조된 프레임단위 연속 신호를 8개의 배열 센서로 수신한 디지털 데이터이다. 수신데이터는 복조 후, 저역통과 필터를 거친 신호를 이용하여 필요한 수중 채널 파라미터를 추정해 냈다.

본 논문에서는 파라미터의 추정을 위하여 먼저 전송 신호에 포함되어 있어 정합필터의 계수 값이 일치하면 그 상관 관계가 13인 반면에 천이가 있을 경우에는 상관 관계가 1로 제한되는 동기 획득을 위하여 삼입한 13비트 Barker 코드를 찾아냈다. 다음으로 프레임 길이가 다 반복되는 Barker 코드를 추출해 내어 이것으로만 반복되어지는 데이터를 생성하였다.

일반적으로 다중경로 환경에서 수신되는 신호는 아래의 수식 $y(t) = \sum_{i=1}^K \alpha_i a(\theta_i) s(t-\tau_i) + n(t)$ 로 표현되어진다. 따라서 본 논문에서는 Barker 코드의 반복으로 이루어진 데이터에 -90도에서 90도까지 1도 간격으로 전형적인 빔형성 기법을 통하여 다중경로에 의한 신호 군의 수를 찾아내었다. 또한 이를 이용하여 MUSIC 알고리즘의 빔형성 기법[1]을 적용하여 각 신호 군의 도달 각에 해당하는 $a(\theta_i)$ 및 시간 지연의 정도를 나타내는 τ_i 추정하였다. 아래의 그림 1은 추정된 각도 및 지연을 나타내고 있다.

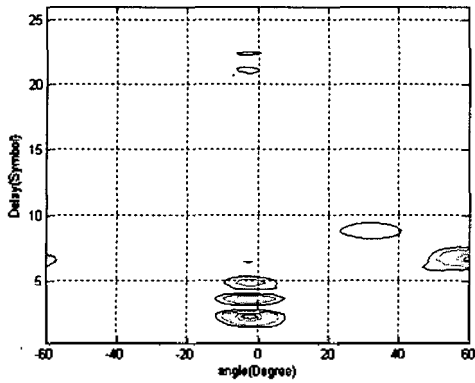


그림 1. 다중경로에 의한 시간 지연 및 도달 각의 분석 그래프

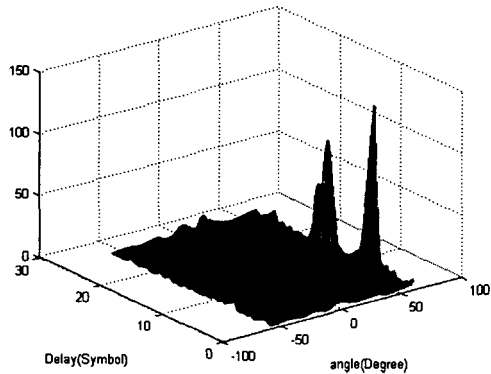


그림 2. 다중경로에 의한 시간 지연 및 도달 각의 분석 그래프-2

또한 그림 2에서 보이는 각 신호 군의 봉우리에서 -3 dB지점에서의 단면 값을 계산하여 가 퍼짐 정도를 추정하였고, 각 봉우리의 크기를 이용하여 각 신호 군의 전력의 비를 계산하였다.

3. 추정된 파라미터를 통한 수중 채널 모델링

본 논문에서는 추정된 채널 파라미터 이외에 송수신 센서의 수, 이동에 발생한 수 있는 도플러효과를 추가적으로 고려한 수중 채널 모델링을 하였다. 논문에서 사용한 모델링 방법은 육상 이동통신에 수단으로 많이 연구되어지고 있는 MIMO 기법의 성능 검증에 위한 채널 모델링에서 사용되어지는 COSSAP 기법을 수중 통신 환경에 맞게 변형하여 사용하였다[2]. 본 논문의 모델링

방식은 MIMO환경에서 적용이 가능하다. 따라서 M개의 송신 센서 수 만큼에 해당하는 송신 신호에 대하여 앞 절에서 추정된 채널 파라미터가 적용된 채널이 FIR 구조의 계수 값으로 적용되는 필터를 통과하면 수중 채널 환경을 통과한 N개의 수신 센서에 해당하는 출력 신호를 발생한다. 아래 그림 3은 모델링된 채널을 나타낸다.

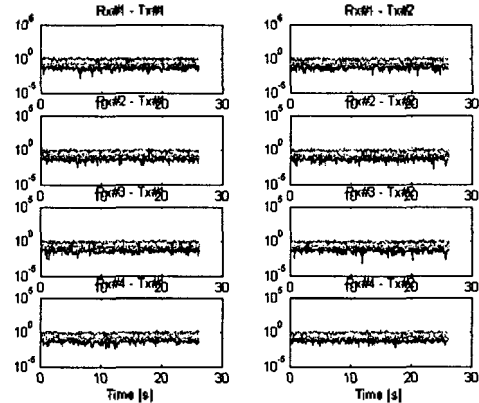


그림 3. 추정 파라미터에 의하여 2x4 채널 모델(FIR 필터의 계수 값)

출력된 신호를 복조하여 성능을 분석한 결과 실제 채널 분석을 위하여 사용한 측정 데이터와 근사한 결과를 얻을 수 있었다.

4. 결론

본 논문에서는 채널 환경 모델링을 위하여 필수적으로 요구되는 파라미터를 수중 채널환경에서 디지털 데이터의 전송 실험을 통하여 얻어진 데이터를 분석하여 추정해 냈다. 또한 추정된 파라미터와 임의의 조건에 의한 파라미터를 추가하여 수중 채널환경과 유사한 채널 모델링 기법을 제안하였다.

참고문헌

1. Robert J.Pirchocki, George V. Tsoulos, "A Macrocelluar Radio Channel Model for Smart Antenna Tracking Algorithms", IEEE VTC, 1999 Vol. 3, 1754-1758
2. Xavier Mestre, Javier R. Fonollosa and Alba Pages, " Capacity of MIMO Channels: Asymptotic Evaluation under Correlated Fading", IEEE JSAC Special Issue on MIMO Systems and Applications, Volume 21, No 5, June 2003.