

서명 수열-양방향 패킷 방식 기반 선내 전파 전달특성 측정시스템 설계 및 분석

김 정 호*

Design and Measured Data Analysis of a Shipboard Indoor Signal Propagation Characteristics Based on Signature Sequence-Two Way Packet Mode

Kim, Jeong-Ho*

요 약

최근 들어 선박 내 안전과 정보전달 시스템 구축에 대한 수요가 증대하고 있다. 선박 내에 기 구축된 유선망을 활용하는 방안이 있으나 이는 새로운 배선을 해야 하고 구조물의 일부를 불가피하게 변형해야 하고 이에 따른 구축시간의 증가와 비용증가가 크므로 이에 따른 무선 감지기 망을 구축함으로써 비용과 구축시간을 단축할 수 있다. 이 논문에서는 선박 내 무선신호전달 특성을 측정하고 분석하는데 적합한 서명 수열-양방향 패킷 방식 기반 선내 전파전달측정 시스템을 설계하고 모의 실험을 통해 검증한 뒤, 구성된 시스템을 기반으로 측정된 데이터를 분석한다. 이와 같은 선내 채널 측정시스템을 활용함으로써 신뢰성 있고 비용효율적인 선박 내 무선 망을 구성할 수 있을 것으로 기대한다.

Key Words : Shipboard signal transmission, Propagation characteristics, Design of measurement system

ABSTRACT

Recently, the demand for the safety and the information delivery system in the ship increases. The deployment of the wireless sensor networks instead of using the built-in wired networks or the setup of the new wired networks is more desirable than the deployment of the wired networks in a ship after its final production since it can reduce the cost and the time of the brand new wired networks by deforming some of the internal structure of the ship. In this paper, the shipboard signal propagation measurement system based on the signature sequence-two way slave mode are designed and its measurement data are analysed after measuring the signal propagation characteristics. Consequently, it is expected that the reliable and cost-effective signal measurement system for the deployment of the shipboard wireless networks can be built.

I. 서 론

최근 들어 선박 간 또는 선박 내의 정보전송 망 구

성에 대한 수요가 점차 증가하고 있다. 이는 해양에서의 안전사고를 예방하거나, 선박 내에 유효한 정보를 원활하게 수집하여 운항에 활용할 수 있다. 또한 안전

* First Author :First Author : Wireless Multimedia Communications Lab. Dept of Electronics Engineering, Ewha W. University, jho@ewha.ac.kr, 종신회원

논문번호 : KICS2014-09-363, Received September 26, 2014; Revised November 16, 2014; Accepted January 5, 2015

과 관련된 정보를 신속하게 승무원에게 전달함으로써 재난 시나 신속한 대처를 요구하는 긴급 상황에서 좀더 상호 진밀하게 대응하는 데 필요한 정보를 전달할 수 있다. 이러한 무선 감지기 망과 같은 정보수집이나 정보전달을 위한 망을 구성할 때 신호전달특성을 측정하고 분석하는 것이 매우 중요하다. 이를 위해서는 선박 내에서 각 위치에 따른 전파전달특성을 측정하고 감지기 마디의 설치위치를 결정하여야 하며, 제한된 정해진 전력으로 커버할 수 있는 영역을 파악하여야 한다. 이를 위해 신호전달특성을 측정하는 시스템을 설계하고 제작된 시스템을 기반으로 관련 측정데이터를 수집하여 분석하는 것이 요구된다.

이 논문에서는 이를 위해 공유 주파수대역에서 사용자의 신호가 존재하는 환경에서도 마디간의 전달특성을 측정할 수 있는 서명 수열기반의 채널품질 측정 시스템을 설계하고 하드웨어적으로 구현하여 실제 선박과 유사한 환경에서 측정하여 해당 측정데이터를 분석함으로써 적용 가능성에 대해 심도 있게 고찰하고자 한다.

II. 서명 수열기반 측정시스템

설계하고자 하는 측정시스템은 마스터 방식과 패킷 방식 중 하나의 방식으로 동작한다. 측정을 시작하기 위해서는 서명 수열을 포함한 메시지가 무선 신호로 바뀌어 전송되고 메시지단위의 신호검출을 위해서는 프레임 동기를 위한 베이커 수열 (Baker Sequence)를 사용하여 상관 값을 기반으로 동기를 획득한다. 또한 신호 대역폭의 효율을 극대화하기 위하여 QPSK 변조와 RRC(root raised cosine)펄스를 사용하여 펄스성형을 수행한다. 메시지기반으로 동작하기 때문에 좀더 낮은 전력레벨로 동작하게 하기 위해서는 동기 프레임의 길이를 늘려 동기 성능을 향상 시키거나, 동기 프레임부분의 전력을 높여 검출성능을 향상시킨다. 메시지 부분은 전력을 더욱 낮출 수 있도록 채널 부호화를 적용하여 검출성능을 개선할 수 있다. 이러한 유연한 동작이 가능하도록 측정시스템을 설계하였으며, 이에 따라 좀더 유연한 전력배분과 서명 수열 검출성능을 얻을 수 있도록 설계하였다. 채널 부호화는 BCH와 길쌈 부호를 사용한다. BCH부호화의 경우 최소 거리가 11인 부호를 선택하였고, 길쌈 부호의 경우 구속 길이가 7이고 최소거리를 최대화하는 생성 다항식을 선택하여 채널부호화를 수행한다. 부호율은 1/3이고 채널 부호는 비터비 복호기법을 사용한다. 선체 내에서의 기준신호의 전송과 신호세기 측정에 기반한 무선채널의

품질평가는 측정데이터의 대폭적인 증가와 즉각적인 채널품질 확인 및 송수신 감지기의 배치점을 결정하는데 시간과 비용이 많이 소요될 수 있다. 이를 개선하기 위해 기 사용 중인 주파수대역에서의 통신채널의 품질을 측정하기 위한 방안으로 배치점간의 채널품질을 서명의 수신지연에 기반하여 측정하고 분석하여 즉각적인 활용이 가능하도록 할 수 있으며, 양방향 방식을 이용하여 좀더 신뢰성이 높은 채널품질평가와 활용이 가능하도록 시스템을 구성할 수 있다. 측정시스템은 기본 동작방식으로 자체적으로 마스터 또는 종속 방식으로 동작할 수 있다. 마스터로 동작은 서명 수열을 충돌 없이 전송하면서 시작된다. 송신된 서명 수열을 온전하게 수신하게 되는 측정시스템은 종속 방식으로 동작하여 채널의 측정에 참여하게 된다. 다음 그림 1은 마스터 방식에서 측정시스템의 동작과정을 보여준다.

시스템 대기상태로부터 측정을 시작하는 측정시스템은 선택한 서명 수열을 선택하여 전송함으로써 마스터 방식으로 동작한다. 서명 수열을 전송한 후 수신되는 서명 수열을 수신할 수 있도록 수신대기상태에 머무르며 정상 수신되지 않을 경우 일정한 시간이 흐를

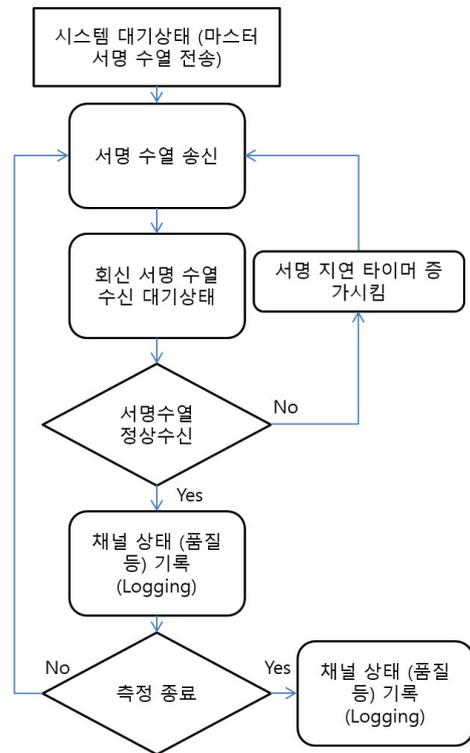


그림 1. 측정시스템의 동작과정 [마스터]
Fig. 1. Operation procedure of the measurement system [Master]

때마다 타이머의 값을 증가시켜 채널 품질을 기록한다. 이후 채널이 정상 수신되면 이때의 채널상태를 기록하고 연속된 측정이 필요할 경우 위의 절차를 반복한다. 채널품질평가는 서명 수열을 반복하여 전송함으로써 좀더 정확한 측정이 가능하다.

III. 수신 종속 시스템의 운용

아래 그림 2와 같이 측정시스템이 새로운 채널번호를 갖는 서명 수열을 수신하면 바로 종속 방식으로 진입하여 수신처리를 수행한다. 다음 그림에서와 같이 새로운 서명 수열을 수신하면 채널번호를 부여하고 회신 서명을 송신한다. 연속적으로 수신되는 지연 값을 측정함으로써 새로운 채널의 품질을 측정할 수 있다. 이와 같이 연속적으로 수신되는 서명 수열로부터 채널의 품질평가를 수행하고 종료 메시지를 받으면 해당 채널의 측정을 종료한다.

위와 그림 1과 그림 2에서와 같이 마스터 방식의 측정시스템과 종속 방식의 시스템이 채널의 품질평가를 수행하여 두 지점 간에 감지기 배치여부를 결정하는데 좀더 신속하고 신뢰성 있게 활용할 수 있다.

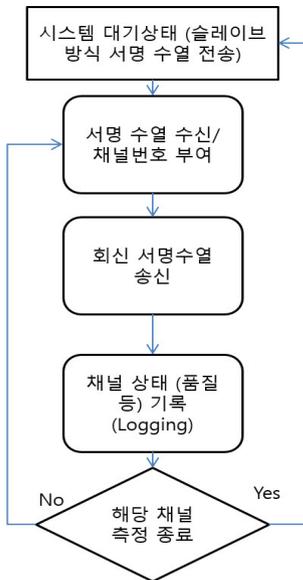


그림 2. 측정시스템의 동작과정 [종속 시스템]
Fig. 2. Operation procedure of the measurement system [Slave]

IV. 선박 내 환경에서의 측정 결과

본문에서 설계한 시스템을 기반으로 선박 내의 층

별 구조를 갖는 건물 내에서 시스템을 설치하고 특성 측정과정을 진행하였다. 그림 3에서는 선박 내 환경에서 격층에서의 마스터 시스템과 종속 시스템간의 서명 수열의 획득시간을 측정한 데이터를 나타낸 그래프이다. 서명 수열의 획득 평균시간은 1.776 초로 주어진 환경에서는 다소 서명 수열의 수신 편차가 크지 않은 결과를 나타내고 있다. 마스터 시스템이 송신한 서명 수열을 수신한 종속 시스템은 역방향으로 해당 채널의 서명 수열을 회신 하여 줌으로써 채널의 상태를 평가하는데 필요한 역방향 채널의 품질(지연시간) 측정에 필요한 메시지를 송신한다. 이는 기존의 측정시스템에는 없는 절차로 단방향으로 신호의 크기만을 측정하는 시스템과는 다른 특징을 보여준다. 단순한 신호세기의 측정은 실시간으로 채널의 변화가 일어나므로 이의 통계적 특성을 측정하여야 하고 이는 무수하게 많은 측정데이터를 수집하고 저장하여 통계적인 분석을 필요로 한다. 그러나, 이러한 과정은 실제 응용에 있어서 매우 제한적으로 활용될 수 있다. 왜냐하면 단순한 경로손실과 다경로에 따른 신호의 크기 측정은 실제 전송 메시지를 기반으로 측정된 채널 품질이 좀더 실질적 활용에 적합하며 양방향 메시지 전송을 평가할 때 좀더 실질적인 평가수단을 제공하기 때문이다. 그림 4는 마스터 시스템과 종속 시스템이 5개 층으로 분리된 환경에서 측정한 서명 수열 수신특성을 보여 주는 그래프이다. 이 결과는 그림 3에 비하여 평균지연이 5배 정도 높은 지연을 보여주고 있다. 이는 4층의 격차를 가진 건물 내에서 경로전달 손실에 따른 신호감쇠 특성을 반영한 결과로 평균지연의 증가로 마스터 시스템으로부터 종속 시스템으로의 채널 품질을 보여준다.

그림 5는 그림 3의 마스터 시스템 대비 출력평균전력 5dB 증가시켜 송출한 후 채널의 품질을 측정한다

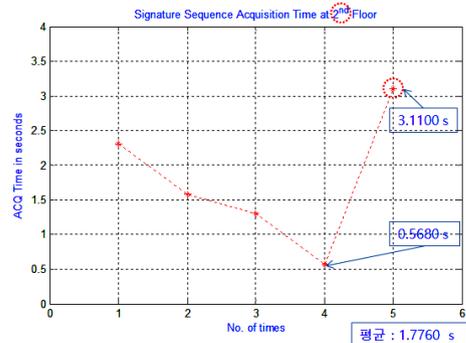


그림 3. 선박 내 환경의 신호전달특성 측정[평균 획득시간]
Fig. 3. Measurement of shipboard indoor signal propagation characteristics [Average acquisition time]

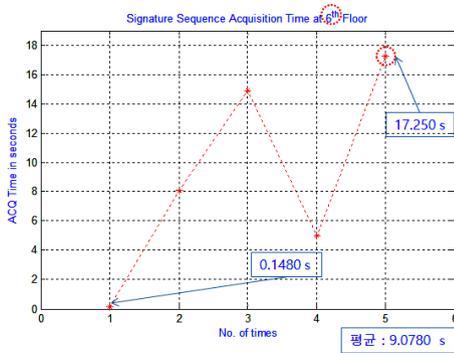


그림 4. 선박 내 환경의 신호전달특성 측정[평균 획득시간]
 Fig. 4. Measurement of shipboard indoor signal propagation characteristics [Average acquisition time]

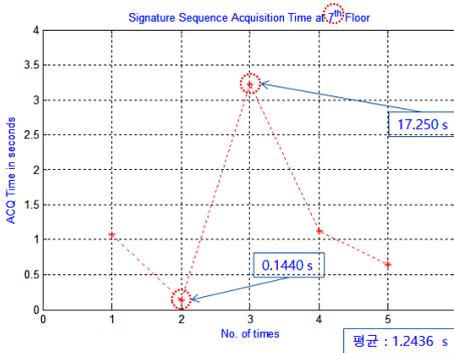


그림 5. 선박 내 환경의 신호전달특성 측정[평균 획득시간]
 Fig. 5. Measurement of shipboard indoor signal propagation characteristics [Average acquisition time]

결과를 보여주고 있다. 그림에서 살펴 볼 수 있는 바와 같이 층간 격차가 커짐에 따라 품질의 변화가 다소 크게 분포하여 나타남을 관찰 할 수 있다. 특히 3번째 측정된 채널의 품질이 타 시점에서 측정된 품질에 비해 매우 낮은 품질을 나타냄을 알 수 있다. 이는 층고가 커짐에 따라 신호의 전달특성이 열악해 짐과 동시에 신호전달환경에 변화가 크기 때문으로 분석된다. 각 층에서의 구조물의 배치변화와 사람들의 이동에 따른 채널의 변화가 이와 같은 큰 변동의 요인이 되었을 것으로 분석된다.

V. 결 론

이 논문에서는 서명 수열-양방향 중속 시스템 방식 기반의 선내 전파전달특성 측정을 위한 시스템을 설계하고, 구현을 통하여 실측한 데이터를 분석하였다. 양방향 패킷 방식에서는 신호전력레벨의 측정보다 좀더 실제 환경에 적합한 신호전달특성을 측정할 수 있는

장점이 있으며, 실제 배치를 위한 지점이 결정할 수 있으므로 선으로 연결하기 어려운 선내 환경에 적합하다. 향후 좀더 선내 환경과 유사한 조건에서 신호레벨의 측정을 하는 것이 필요하며 좀더 정확한 채널품질의 측정이 기대된다. 또한 좀더 개선된 양방향 채널 품질의 수집이 가능한 알고리즘에 대한 평가도 이루어져야 할 것으로 기대한다.

References

- [1] D. Pu and A. M. Wyglinski, *Digital Communication Systems Engineering with Software-Defined Radio*, Artech House, 2013.
- [2] P. M. Shankar, *Introduction to Wireless Systems*, Wiley, 2002.
- [3] A. Goldsmith, *Wireless Communications*, Cambridge, 2005.
- [4] T. S. Rappaport, *Wireless Communications - Principles and Practice*, 2nd Ed., Prentice Hall, 2002.
- [5] V. Tarokh, N. Seshadri, and A. R. Calderbank, "Space time codes for high data rate wireless communications: performance criterion and code construction," *IEEE Trans. Inf. Theory*, vol. 44, pp. 744-765, Mar. 1998.
- [6] J. Proakis, *Digital Communications*, 3rd Ed., McGraw-Hill, 1995.

김 정 호 (Kim, Jeong-Ho)

한국통신학회 논문지 37A권 11호 참조