

# 서명 수열기반 선내 전파 전달특성 측정 위치선정 방안 및 측정 데이터 분석

김정호\*, 이성로\*

## Location Determination and Measured Data Analysis of a Shipboard Indoor Signal Propagation Characteristics Based on Signature Sequence

Kim, Jeong-Ho\*, Lee, Seong-Ro\*

### 요 약

선박 내에 임시 망을 구성하기 위한 신속하고 정확한 마디의 위치를 결정하는 문제는 안정된 무선 감지기 망을 구성할 때 필수적인 요소이다. 이를 위해 이 논문에서는 커버하는 영역을 대상으로 감지기 마디의 위치를 결정하고 양방향 채널의 품질을 측정하는 방법을 도입하여 좀더 신속하고 정확한 감지기 마디 위치선정을 이루고자 한다. 1단계로 감지기 마디가 이루는 피코넷(piconet) 형태의 망을 구성을 가정하고 클러스터 헤드와 각 감지기 마디 간의 양방향 품질을 측정한다. 이때 측정된 채널의 특성을 기반으로 중계 마디가 필요한 마디를 선택하고 2단계의 측정절차를 진행한다. 2단계에서는 중계 마디가 필요한 마디를 중심으로 중계 마디 후보 간 채널특성을 측정한다. 2단계를 거쳐 클러스터 헤드로의 중계 마디를 확정하고 각 마디간의 정보전달경로를 선정한다. 이 논문에서는 1단계와 2단계의 측정절차를 토대로 선박 내 환경에서 특성을 측정하고 선박 내에서 정보전달과 활용할 수 있음을 보여주기 위하여 실제 환경에서 측정하여 결과를 수집하고 분석하였다.

**Key Words** : Shipboard signal transmission, Propagation characteristics, Design of measurement system, Wireless indoor shipboard networks

### ABSTRACT

The prompt and accurate location determination of the nodes of the wireless indoor shipboard networks is crucial to forming the stable wireless shipboard sensor networks. To this end in this paper it can be achieved through the measurement of the bi-directional channel qualities among the nodes after the locations of the sensor nodes temporarily placed. For the 1st stage the piconet-type sensor networks are considered to measure the channel qualities between a specific node and the cluster node which is the master node. After finishing the 1st stage measurement the nodes needing the relay nodes are selected and the measurement action goes into the 2nd stage. In the 2nd stage the measurement between a candidate relay node and the node needing a relay node starts to begin. After the 2nd stage the relay nodes to connect to the cluster node are fixed and the information delivery paths between a node and the cluster head are established. In this paper the measurement results in the realistic environment are gathered and analysed to show that the measurement procedure can be applied in the wireless indoor shipboard networks.

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

\* Dept of Information Electronics Engineering, Mokpo National University, srlee@mokpo.ac.kr, 정회원

논문번호 : KICS2014-09-370, Received September 30, 2014; Revised November 16, 2014; Accepted January 12, 2014

## I. 서론

해양에서의 선박 내 무선 감지기 망 구성은 근본적으로 신뢰성 있고 정확한 정보의 전파를 통한 선박 안전의 확보와 비상시 선내 잔류인원의 신속한 탈출을 도울 수 있어야 한다. 이러한 무선 망의 구성은 기존의 선박에 도입하기 위해서는 구조를 변경하거나, 추가적인 선으로 연결이 불가피하므로 선체의 변경과 추가 케이블 매설에 따른 시간의 지연과 많은 비용이 발생할 수 있다. 이러한 환경 하에서 적절한 위치에 감지기 마디를 설치하고 정보전달에 적합한 입시 망을 구성하는 것은 매우 효과적이고 비용측면과 설치 소요시간측면에서 매력적인 대안이 될 수 있다. 이 논문에서는 이러한 환경에서 정보 전달 망을 효과적으로 구성하기 위한 단계적 측정방법을 제안하고 이를 토대로 측정된 양방향 채널품질(신호획득평균시간)을 실제와 유사한 환경에서 측정하고 분석하고자 한다. 이를 위해서는 일정한 영역을 커버하는 클러스터 헤드(cluster head)와 감지기 마디로 이루어진 피코넷(piconet)을 기반으로 도달성 검사를 하기 위한 1단계 채널품질 측정절차를 수행하고, 이를 토대로 도달성의 보장이 어려워서 중계 마디를 필요로 하는 마디를 결정한다. 2단계에서는 중계 마디가 필요한 마디를 대상으로 주변의 중계 후보 마디간의 양방향 채널 품질을 측정한다. 이 논문에서는 이와 같은 감지기 마디의 위치선정절차와 측정방법에 대해서 살펴보고 실제와 유사한 환경에서 시스템을 설치하고 양방향 채널의 품질을 측정하고 분석하고자 한다.

## II. 서명 수열기반 측정시스템의 위치선정 절차

선박 내에서 무선 감지기 망 형태의 정보전달 망 구성을 위해서는 적절한 감지기 마디의 위치선정이 무엇보다 중요하다. 적절한 위치선정과 각 마디간 채널품질 측정 및 채널 환경이 적절한 품질을 보장하지 못하는 경우 이를 보완하기 위한 중계 마디를 선정하고 정보전달 경로를 확보하여야 한다. 이러한 관점에서 구내 정보전달을 위한 감지기마디의 구성과 조합의 채널품질 측정을 위한 절차를 이 논문에서 제안하고자 하며 크게 두 단계로 구성되어 있는 구조를 살펴보고 구체적 절차를 기술하고자 한다. 서명 수열의 생성과 수신단 처리를 위한 하드웨어 플랫폼구성을 위해 USRP (universal software radio platform; 하드웨어 모듈)[1]와 프로그래밍으로 모뎀을 구현한 매틀랩 언어를 적용하였으며 동기 알고리즘과 무선구간 신호

처리는 주어진 참고문헌을 바탕으로 구성하였다<sup>[14]</sup>.

### 2.1 측정시스템 알고리즘

일반적으로 다중 점간의 채널 품질을 측정하기 위해서는 두 개로 이루어진 한 쌍의 마스터-종속 측정시스템이 있어야 하며 양방향의 채널 품질을 실시간으로 측정할 수 있어야 바람직하고 위치를 옮겨가며 품질을 측정하여야 한다. 따라서, 먼저 그림 1과 같은 측정채널 구조와 절차를 살펴보고자 한다. 초기 단계에 설치하고자 하는 감지기의 그룹을 클러스터로 분류하고 외부와 통신하기 위한 마디로 클러스터 헤드라 정의한다. 클러스터 헤드로부터 마디 a부터 h까지의 8개의 채널에 대해 양방향 채널의 품질을 측정하여 측정 데이터를 저장한다. 이러한 절차를 통하여 채널의 품질이 열악하여 신호획득시간이 기준을 넘어서는 마디에 대해서는 중계 마디 선정을 위한 절차를 진행한다. 이는 초기측정 결과에 따라 2단계를 수행여부를 결정한다. 1단계에서 기준 신호획득시간을 초과하는 채널에 대해서는 해당 마디 주변의 채널을 우선적으로 선택하여 부가적인 채널 품질을 측정한다.

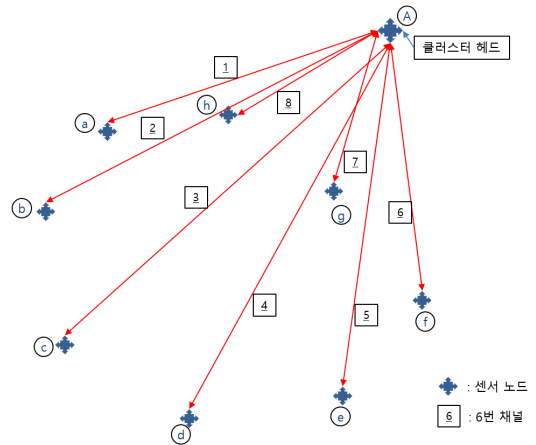


그림 1. 측정 채널 구조 및 절차 - 첫 번째 단계  
Fig. 1. Channel structure and procedure - the first stage

### 2.2 시스템의 운용

이러한 구체적인 실행 절차는 그림 2에 그림 1의 망 구조를 예로 들어 나타나 있다.

그림에서 살펴볼 수 있는 바와 같이 d 마디는 상대적으로 채널에서의 신호획득시간이 크므로 이를 보완하기 위한 2단계 측정을 진행한다. 그림에서 보는 바와 같이 d의 위치에 마스터 측정시스템을 설치하고 서명 수열 전송을 시작한다. 주변의 후보 위치와의 양방향 채널을 선택하고 종속 방식 측정시스템의 위치

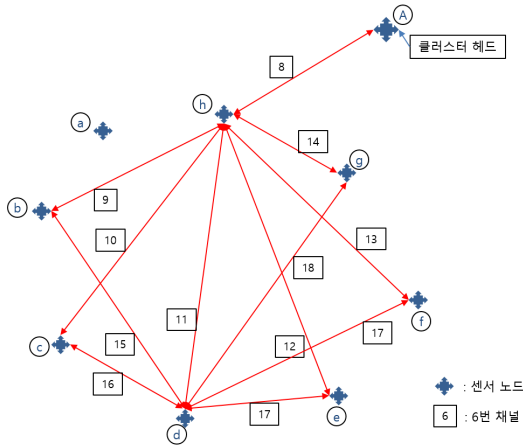


그림 2. 측정 채널 구조 및 절차 - 두 번째 단계  
Fig. 2. Channel structure and procedure - the second stage

를 옮겨 가면서 채널의 품질을 측정하고 적합한 마디 선정을 위한 절차를 수행한다. 두 번째 단계에서는 중계 마디가 필요한 마디를 선택한 후 주변에 중계 마디 후보를 선정하기 위한 절차를 수행한다. 그림 2에서는 주변의 c 마디와 e 마디, f 마디, g 마디, h 마디를 중계 마디 후보로 선정하고 양방향 채널 품질을 측정한다. 중계 후보 마디들에 대한 채널 품질 정보는 기 확보하고 있으므로 두 홉의 중계 경로를 확보하는 절차가 완성된다. 따라서 이러한 상황에서는 해당 경로의 요구하는 경로별 전력합이 최소가 되는 최소전력 중계 경로를 선택하고 이를 중계 경로로 설정하여 감지기 망 구조를 확정한다. 이러한 절차에 따라 선박 내 환경에서 감지기 망을 구성할 수 있으며 전파신호의 도달이 어려운 마디에 대한 추가적이 중계 경로 확보에 의해 좀더 신뢰성 있는 정보의 전달이 가능하게 된다. 측정시스템의 측정시간을 줄이기 위해서는 기준 품질을 충족하지 못하는 마디를 선택한 후 중계 후보 마디의 수를 최소로 하여 좀더 작은 수의 마디와의 채널품질 측정이 이루어지도록 함으로써 채널품질 측정 시간을 줄일 수 있다.

### III. 선내 유사환경에서의 측정 결과

본문에서 언급한 측정절차를 적용하여 건물 내에서 측정시스템을 설정하여 측정하였다. 마스터 측정시스템과 종속 측정시스템 간의 신호세기만을 측정한 그래프는 그림 3의 그래프에 나타나 있다. 그림에서와 같이 4층에 송신기가 위치하고 송신신호의 세기가 38 dBmV인 경우에 각 층에서의 신호세기를 측정할 결

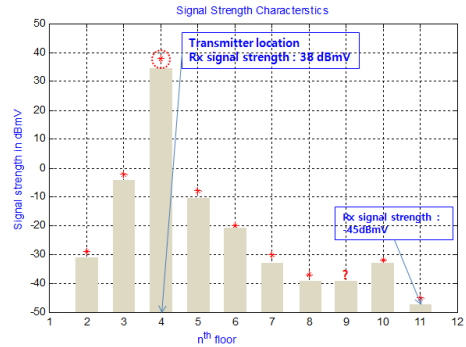


그림 3. 다층구조 건물 내에서 서명 수열기반 신호세기 측정결과  
Fig. 3. Signal strength measurement results at the multi-storied building

과를 보여준다.

건물의 구조적인 특성에 따라 신호의 전달특성이 결정되는 상황을 보여주고 있으며 각 층에서 측정된 신호세기의 자료를 수집하여 전체적인 분포의 특성에서 매우 벗어나는 표본들을 (확률적으로 벗어난 정도가 큰 표본들을) 제외하고 얻은 산술평균을 정리한 결과이다. 신호의 전달특성을 살펴보면 송신의 기준이 되는 4층 위치로부터 상하방의 신호전달특성이 정형화된 패턴을 가지지 않음을 알 수 있다. 이는 그림에서 살펴볼 수 있듯이 3층에서 측정된 신호의 세기는 바로 한 층위의 5층에서의 신호세기보다 크지만 2층에서 측정된 신호의 세기는 6층에서 측정된 신호의 세기보다 작은 특성을 나타내고 있다. 이는 상하의 신호 전달 특성이 고르지 않음을 보여주는 단적인 예라고 할 수 있다. 이는 그림 4는 마스터 측정시스템으로부터 2개의 격층에서의 양방향 서명 수열을 전송하고 종속 방식 측정시스템이 궤환 서명 수열 수신까지의 평균 획득시간을 측정하고 기록한 그래프이다. 평균 획득시간이 188 ms로 단순 채널의 수신신호세기를 측정할 경우에 비하여 좀더 실제적인 평가의 성능지수를 제공한다. 그림에 표시된 5개의 샘플 중에서 5번째의 것은 나머지 4개의 경우보다 다소 벗어난 표본으로 분류할 수 있고, 측정 상에서 신뢰성을 좀더 높이기 위해 제외하면 평균 획득시간은 80 ms정도로 매우 개선된 결과를 얻을 수 있다.

좀더 높은 층에 위치한 종속 방식 측정시스템으로의 채널품질을 측정할 결과는 그림 4에 주어져 있다. 그림에 나타난 측정결과는 평균 223 ms의 평균 획득시간을 보여준다. 각 측정결과를 살펴보면 상대적으로 정상을 벗어난 표본이 없어서 좀더 통계적으로 안정적인 분포를 갖음을 살펴볼 수 있다.

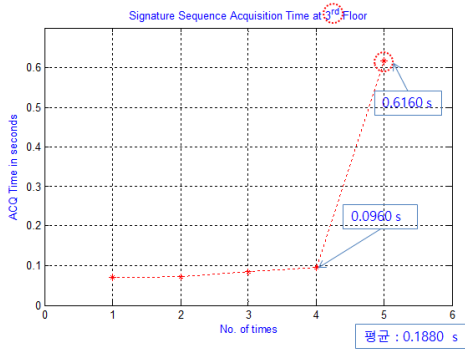


그림 4. 서명 수열기반 신호전달특성  
Fig. 4. Signal propagation characteristics of the signature sequence based measurement system

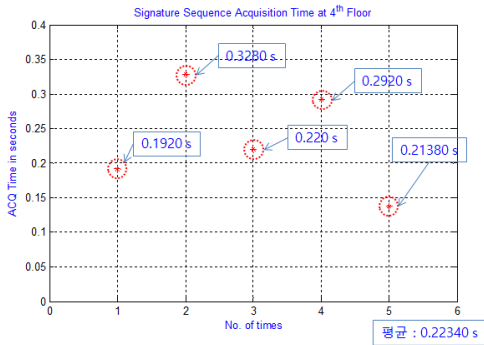


그림 5. 서명 수열기반 신호전달특성  
Fig. 5. Signal propagation characteristics of the signature sequence based measurement system

이상에서 살펴본 바와 같이 신호세기 기반의 품질 측정은 실질적으로 활용하기에 제한적이다. 이 논문에서 제시한 1단계와 2단계의 품질측정 절차를 거쳐 클러스터 헤드와 각 감지기 마디와의 채널 품질을 평가하고 이에 따라 도달성이 보장되지 않는 마디를 선별한다. 선별된 마디는 주변의 중계 마디를 선택하는 절차를 진행하여 클러스터 헤드까지의 경로를 확보하여야 한다. 이를 통해 줌더 신뢰성 있고 도달성이 보장되는 구내 망을 구성할 수 있다. 이러한 단계적 측정 절차와 서명 수열 기반 채널품질 측정절차와 알고리즘을 적용하여 메시지의 수신품질을 측정하여 적용하여야 줌더 신속하고 정확하게 건물 내에 감지기를 배치하고 망을 구성할 수 있다.

## VI. 결 론

이 논문에서는 서명 수열 기반 세방향 채널 품질 측정 절차와 알고리즘을 적용하여 줌더 실제적 활용

이 용이한 감지기 마디간의 품질을 측정할 수 있음을 살펴보았다. 선박 내의 선으로 연결하는 비용과 시간 측면에서 용이하지 않은 상황 하에서 이 방안을 적용할 경우 시간/비용 모두를 줄일 수 있는 방안으로 활용이 가능하다. 이후 연구주제로는 감지기 간 특성측정에 기반하여 줌더 변화하는 무선 환경 하에서도 안정된 동작이 가능하게 할 수 있는 보조적 측정자료를 확보하고 동적 망 구성방안에 대해서 새로운 방안을 제안하고 평가하는 후속연구가 필요할 것으로 기대된다. 이러한 방안을 적용할 경우 개선된 성능을 얻을 수 있을 것으로 기대되며 향후 줌더 세분화된 망 구조와 망 정보수집방안을 최적화한 방안에 대한 평가를 통해 줌더 체계적인 성능분석 및 효과의 분석이 가능할 것으로 기대된다.

## 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] V. Tarokh, N. Seshadri, and A. R. Calderbank, "Space time codes for high data rate wireless communications: performance criterion and code construction," *IEEE Trans. Inform. Theory*, vol. 44, pp. 744-765, Mar. 1998.
- [5] J. Proakis, *Digital Communications*, 3<sup>rd</sup> Ed., McGraw-Hill, 1995.

김 정 호 (Kim, Jeong-Ho)

한국통신학회 논문지 37A권 11호 참조

이 성 로 (Lee, Seong-Ro)

한국통신학회 논문지 37A권 11호 참조