한국소음진동공학회 2014년 춘계학술대회논문집, pp. 307~309

고속열차 차량내 무선 센싱 시스템 검토

Investigation of Wireless Sensing System for High-speed Train

김상수† · 이태형* · 전창성** · 오혁근** · 지형민***

Sang-Soo KIM, Taeheong LEE, Changsung JEON, Hyuckkeun OH, and Hyungmin JI

1. 서 론

한국형고속열차(HSR-350x) 및 차세대고속열차(HEMU-430x)등 시험용 고속열차가 국내 기술로 개발되어 본선 시운전시험을 수행하고 있다. 시험운행 중 고속열차에서 수집되는 각종 열차 운행 및 환경정보는 열차의 각 부에 설치된 센서에 의해 측정된다. 이렇게 측정된 정보는 열차 내에 존재하는 DAQ 장비로 수집되어 열차 운행 및 각종 통계에 사용된다. 현재 사용되고 있는 시스템은 유선을 기반으로 설계되어 수집 센서에서 DAQ 장비로 전송된다. 이런 시스템에서는 많은 배선이 필요하기 때문에 불필요한 공간 및 자원을 소모하게 된다. 또한 새로운 센서의 추가나 기존 센서를 제거할 때에는 별도의 공사가 필요하여 오버헤드가 크다는 단점이 있다.

이와 같이 설치와 유지 보수에서 발생하는 많은 비용을 줄이고 시스템을 단순화하기 위해 고속열차에 IP-USN을 이용한 열차 운행 및 환경정보 수집 시스템을 고안 하였다. IP-USN이 적용된 시스템에서는 센서에서 수집된 각종 정보가 IP-USN 장치를 통해 무선으로 DAQ 까지 전송된다. 이 과정에서 2.4GHz 대역의 RF 신호를 사용하게 된다. 그런데 2.4GHz 대역의 신호가 고속으로 달리는 열차와 같은 환경에서 시스템에서 요구하는 성능을 만족할 수 있는지 알 수 없다.

본 연구에서는 IP-USN 장치가 고속으로 달리며 각종 전자장비가 작동 중인 열차와 같은 조건에서 사용되었을 때 성능을 분석하고 시스템에서 요구되는 성능을 만족할 수 있는지를 검토한다.

† 교신저자; 정회원, 한국철도기술연구원
차세대고속철도기술개발사업단
E-mail :sskim@krri.re.kr
Tel :+82-31-460-5625, Fax :+82-31-460-5649
* 한국철도기술연구원 시험인증센터
** 한국철도기술연구원 차세대고속철도기술개발사업단
*** 한국과학기술연합대학원(UST)

2. 고속열차용 무선 시스템

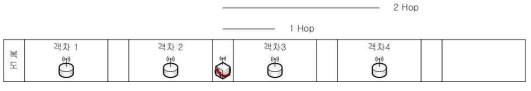
2.1. 개요

무선시스템 실험을 진행한 대상은 한국형고속열차이며 2대의 동력차, 2대의 동력대차, 3대의 객차로 구성되어 있다. 실험 장치는 그림 1에서 보는 것과 같이 각 객차에 설치된 4개의 센서 노드와 각 객차에서 이동하며 Multi-hop 실험으로 사용된 센서 노드를 합쳐 모두 5의 센서 노드와 하나의 IP-USN 게이트웨이로 구성되었다. 본 실험에서 1 Hop 실험이라 함은 그림과 같이 IP-USN 게이트웨이에서 패킷을 전송하는 센서 노드 사이에 무선 중계 노드가 없다는 것을 뜻하며 2 Hop은 무선 중계 노드가 1개 존재함을 나타낸다.

모든 실험은 공통적으로 다음과 같은 환경에서 진행된다.

- 전송 프로토콜: UDP
- 패킷 크기: 30, 50, 100, 200 Bytes
- 전송 주기: 35, 40, 45, 50, 100, 150 ms
- 전송 반복 횟수: 5회

(a) Schematics of HSR-350X



(b) Arrangement of Sensor Node

Figure 1 Concept of Wireless Sensing Experiment

2.2. 실험 결과

1 Hop 실험은 객차 2와 객차 3에 설치된 센서 노드를 이용하여 진행하였다. 먼저 전송 센서 노드(Sender)가 한 개인 환경을 위해 객차 2에 Sender를 설치한 후 공통 실험 환경에서 정의한 패킷 크기별로 전송 주기를 다르게 하여 통신 실험을 수행하였다. 또한 Sender를 객차 3에 설치한 후 두 개의 Sender를 이용한 1 Hop 실험을 진행하였다. 1개의 Sender 실험에 대한 수신율은 표 1 및 그림 2와 같으며, 2개의 Sender 실험에 대한 수신율은 표 2 및 그림 3과 같다.

Table 1 Receiving rate under 1-Hop and 1 Sender

	30 bytes	50 bytes	100 bytes	200 bytes
35ms	96.67%	100.00%	69.67%	44.83%
40ms	100.00%	100.00%	70.00%	45.00%
45ms	99.67%	99.33%	69.67%	40.33%
50ms	99.67%	99.00%	69.67%	45.00%
100ms	99.00%	100.00%	99.67%	99.67%
150ms	99.67%	100.00%	99.67%	100.00%

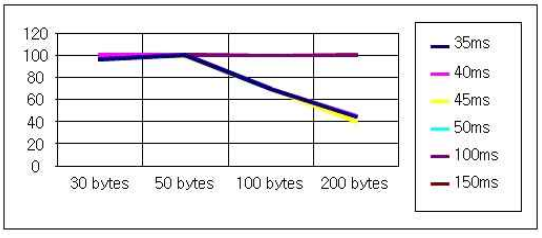


Figure 2 Receiving rate under 1-Hop and 1 Sender

Table 2 Receiving rate under 1-Hop and 2 Sender

	30 bytes	50 bytes	100 bytes	200 bytes
35ms	62.50%	45.77%	46.00%	16.50%
40ms	99.67%	100.00%	35.17%	28.33%
45ms	71.00%	61.37%	46.33%	28.83%
50ms	75.67%	86.00%	35.50%	17.42%
100ms	91.17%	99.00%	95.33%	40.58%
150ms	97.50%	99.00%	97.67%	69.67%

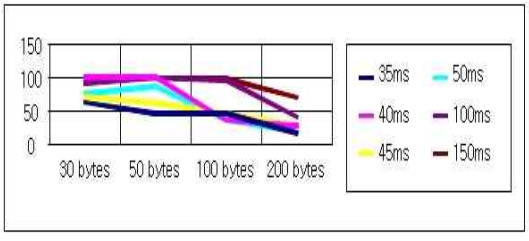


Figure 3 Receiving rate under 1-Hop and 2 Sender

1 Hop 환경에서 2개의 Sender로 실험했을 때 수신율이 하락하는 것을 알 수 있다.

2 Hop 실험을 위해 객차 1과 4에 Sender를 설치하고 객차 2와 3에는 무선 중계 노드를 설치하여 1 Hop 실험과 마찬가지로 실험을 수행하였다.

Table 3 Receiving rate under 2-Hop and 1 Sender

	30 bytes	50 bytes	100 bytes	200 bytes
35ms	97.67%	90.67%	72.33%	51.17%
40ms	98.33%	92.20%	70.00%	44.00%
45ms	91.56%	73.53%	38.67%	29.42%
50ms	91.67%	92.13%	69.17%	50.00%
100ms	98.33%	98.00%	81.67%	97.33%
150ms	75.00%	66.33%	87.33%	86.00%

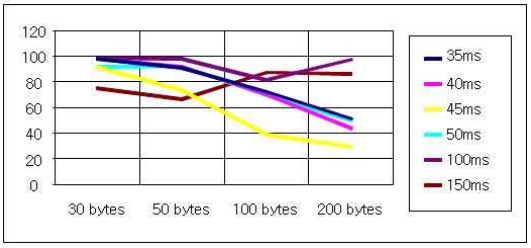


Figure 4 Receiving rate under 2-Hop and 1 Sender

Table 3 Receiving rate under 2-Hop and 2 Sender

	30 bytes	50 bytes	100 bytes	200 bytes
35ms	62.50%	45.77%	46.00%	16.50%
40ms	99.67%	100.00%	35.17%	28.33%
45ms	71.00%	61.37%	46.33%	28.83%
50ms	75.67%	86.00%	35.50%	17.42%
100ms	91.17%	99.00%	95.33%	40.58%
150ms	97.50%	99.00%	97.67%	69.67%

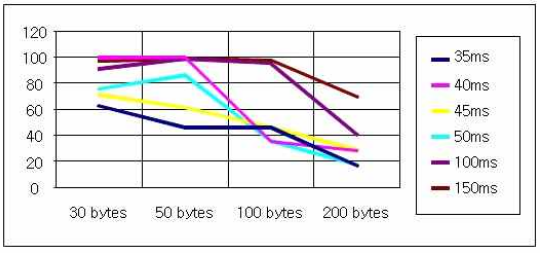


Figure 4 Receiving rate under 2-Hop and 2 Sender

2 Hop 환경에서 2개의 Sender로 한 실험에서는 이전 실험 2 Hop 1 Sender와 비교하여 성능이 낮게 나타났는데 이는 단편화의 단편화 패킷이 하나의 목적지로 수신될 때 일어나는 패킷 손실로 인해 단편화된 패킷 전체가 재전송 되는 과정 등을 거쳐야 하기 때문에 나타난 현상이다.

4. 결 론

고속주행시 열차 내에서 IP-USN 센서 노드 시험을 실시하였다. 데이터 전송 환경이 좋은 1Hop에서 가장 좋은 성능이 나타났으며, 이 환경내에서는 2sender의 전송율도 크게 나쁘지 않음을 확인하였다. 향후 보다 많은 시운전 시험을 통하여 조건별 데이터를 취득할 예정이며, 이를 통하여 무선 데이터 시스템을 구축할 계획이다.

후 기

본 연구는 국토해양부에서 시행하는 미래철도기술개발사업의 "430km/h급 고속열차 (HEMU-430x) 실용화기술개발" 과제로부터 지원을 받고 있음을 밝힌다.

참고 문헌

1. 이태형, 정혜연, 김강묘(2010), “Sensor Network Infra Test for Monitoring of High-Speed Railway”, ITS 2010

2. 김강묘, 박준성, 김기형(2011), “IP-USN Network Management”, 한국정보처리학회 춘계학술대회논문집

3. IEEE Standard 802.15.4(2003), “Wireless medium access control and physical layer specification for low-rate wireless personal area network”