

철도차량 객실 온습도 USN 모니터링 기술

Temperature and Humidity Monitoring Using Ubiquitous Sensor Network in Railway Cabin

권순박* 조영민** 박덕신*** 박은영**** 김세영***** 정미영*****
Kwon, Soon-Bark Cho, Youngmin Park, Duckshin Park, Eun-Young Kim, Se-Young Jung, Mi-Young

ABSTRACT

Ubiquitous sensor network (USN) based on ZigBee communication protocol has been used in various application fields, such as home-network, intelligent building and machine, logistics, environmental monitoring, military field, security field and etc. The ZigBee is targeted at radio-frequency application that require a low data rate, long battery life and secure network. Especially, the USN system can be applied efficiently to building-indoor where the complex geometry is adopted. In this study, all 90 points of railway cabin indoor were monitored for temperature and humidity using USN technology. All sensors were pre/post-calibrated and the temperature/humidity change were analyzed in a railway cabin in real-time. The results would be useful to develop the cabin heating, ventilating and air conditing (HVAC) system to meet all passengers' thermal comfort regardless of their seat position.

1. 서 론

근거리 통신 프로토콜인 지그비(ZigBee, IEEE802.15.4)를 기반으로 한 유비쿼터스 센서 네트워크(ubiquitous sensor network; USN) 기술은 홈네트워크, 빌딩 및 산업기기의 자동화, 물류, 환경모니터링, 군사, 보안 등 다양한 분야에 적용되고 있다. 특히, 환경모니터링 분야에서는 공간구조가 복잡하여 대표지점을 선정하기 어려운 경우 다수의 무선 센서를 설치하여 효과적인 모니터링을 수행할 수 있는 장점이 있다. 박덕신 등(2006)은 지하철역사의 공기질 모니터링을 위해 승강장 및 대합실에 USN을 구축하여 효과적인 공기질 모니터링을 위한 기초연구를 수행하였다. 본 연구에서는 철도차량 객실의 좌석위치에 따른 온도 및 습도를 USN기술을 활용하여 실시간 모니터링 하였다. 무선 센서네트워크의 장점을 활용하여 개별 좌석과 통로 등 총 90개 지점에서 동시에 온도와 습도변화 추이를 관찰하였다. 또한, 적용된 각 센서를 보정하여 측정 결과를 분석하였다. 이러한 연구결과를 바탕으로 객실 내 온습도 편차를 최소화 할 수 있는 철도차량 HVAC시스템 개발과 승객의 온열쾌적성 향상을 위한 기초데이터를 확보하였다.

* 한국철도기술연구원 선임연구원, 정회원

E-mail : sbkwon@krii.re.kr

TEL : (031)460-5375 FAX : (031)460-5319

** 한국철도기술연구원 선임연구원, 정회원

*** 한국철도기술연구원 선임연구원, 정회원

**** 한국과학기술연합대학원 대학교, 정회원

***** 한국철도기술연구원 연구원, 비회원

***** 한국철도기술연구원 연구원, 비회원

2. 연구 방법

그림1은 본 연구에 사용된 온도 및 습도 센서노드의 사진이다. 온습도 센서노드는 센서파트, 데이터 송수신을 위한 RF(radio frequency) 파트 및 데이터처리와 제어를 담당하는 마이크로 컨트롤러로 구성되며, AAA사이즈의 배터리 전력으로 작동된다. 센서노드에서 송신된 신호는 마이크로 게이트웨이를 통하여 수집되고 노트북 PC에서 실시간으로 데이터를 처리하게 된다. 시험대상 차량은 신형무궁화 차량으로 72개의 좌석과 통로 18지점 등 총 90지점에 센서를 설치하였으며, 설치 높이는 승객의 머리 앞 부분으로 하였다(그림2).



Fig. 1. Sensor node and gateway for data collection



Fig. 2. Sensor node array and pictures of sensor installation

측정에 사용된 각각의 센서는 항온항습 챔버에서 시험 전 후에 보정시험을 수행하였다. 항온항습 챔버는 25℃, 30% 습도로 유지되었으며, 측정에 사용된 90개의 센서를 챔버내에 설치하고 연속적으로 온습도 데이터를 저장하였고 총 3회의 동일시험을 실시하였다.



Fig. 3. Temperature and humidity controlled chamber for sensor calibration experiment

3. 결과 및 고찰

온도 및 습도에 대한 센서보정시험 결과를 그림4에 나타내었다. 전체 센서의 평균측정온도 대비 각 센서의 온도편차를 평균값과 표준편차로 나타내었으며, 센서의 3회 측정 온도편차가 $\pm 0.2^{\circ}\text{C}$ 가 초과할 경우 센서를 교체하였다. 습도측정결과 평균 편차가 평균값 대비 $\pm 1\%$ 를 초과할 경우 센서를 교체하여 사용하였다.

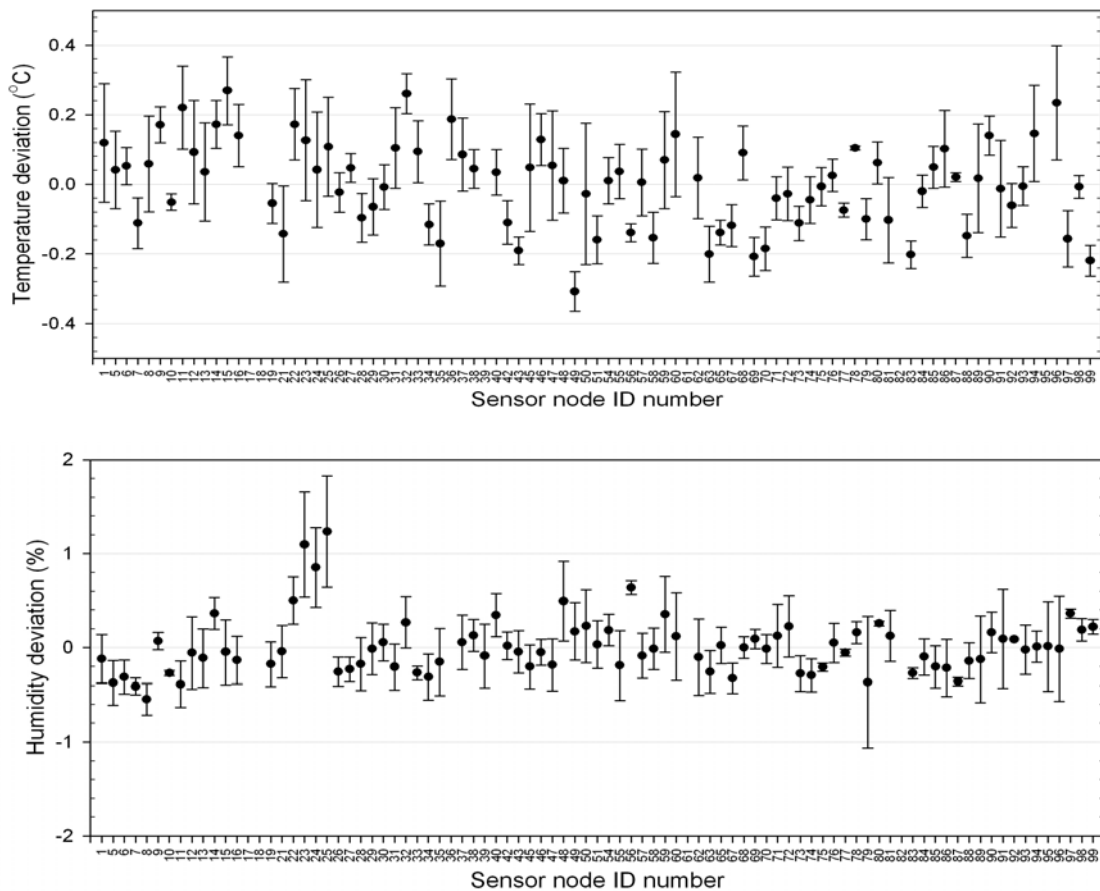


Fig. 4. Temperature and humidity variations

USN센서를 활용하여 객실 내 좌석위치에 따른 온도 분포를 분석하였다. 그림 5는 객실내 온도편차를 최소화하기 위하여 개발된 HVAC시스템, 덕트시스템, 디퓨저 등을 적용한 개조차량과 일반 차량의 온도

분포 측정결과를 나타내고 있다. 비교차량에 비하여 냉방효과가 전반적으로 우수한 것으로 나타났지만, 온도편차가 예상보다는 크게 나타나, 개조차량에 대한 추가연구를 수행(한국철도기술연구원, 2007)하였으며 최종적인 냉방상태의 평균온도편차 결과를 그림6에 나타내었다. 객실 온도는 차량기지에 정차 중인 무궁화 차량의 냉난방시스템을 작동시켜 21°C로 설정한 후 일정온도에 도달한 후부터 약 30분간 연속측정한 결과의 평균값이다. 측정된 객실 평균온도는 $21.2 \pm 0.13^\circ\text{C}$ 로 나타났다.

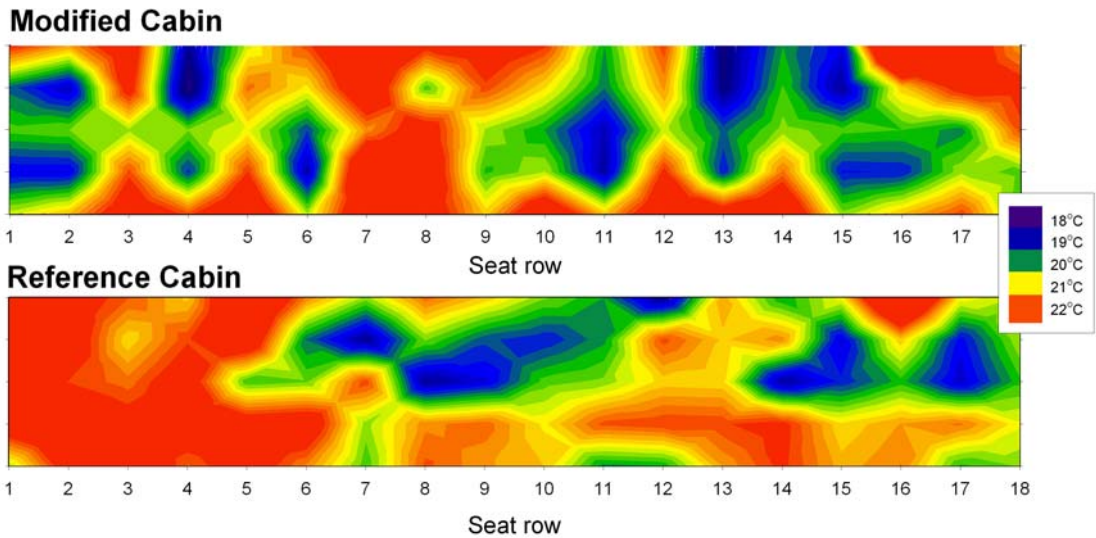


Fig. 5. Temperature distribution of modified and current operating railroad cabins

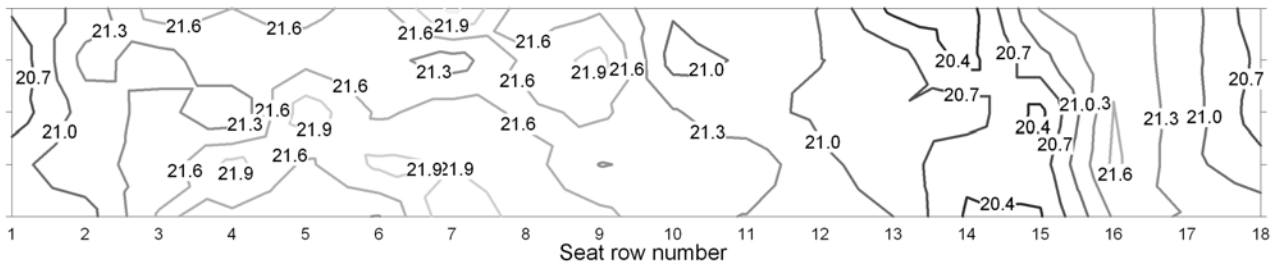


Fig. 6. Improved temperature distribution of modified railroad cabin measured by USN sensors.

4. 결 론

무선센서네트워크를 활용하여 철도차량 객실 90지점의 온도 및 습도를 동시에 측정하였다. 사용된 센서노드는 실험 전 후에 실시된 보정실험을 통해 교정되었으며, 무선센서네트워크의 장점을 활용하여 효과적으로 객실 온도편차를 측정할 수 있었다. 향후, 센서노드의 통계학적 교정방법을 보완하면 다지점 온습도분포 측정에 효과적으로 적용될 수 있을 것으로 기대된다.

참 고 문 헌

- 박덕신 등 (2006) 유비쿼터스 센서네트워크를 이용한 지하역사에서의 공기질 모니터링 기초연구, 한국대기환경학회 춘계학술대회 논문집 p.187-188.
- 한국철도기술연구원 (2007) 차세대 객차용 청정시스템 개발, 4차년도 보고서