고정밀 기상데이터 수집을 위한 차량기반 기상센서 운용에 관한 연구

지명인, 김진우, 김기태, 안경환
한국전자통신연구원

{myungin, jwkim81, epsilon, mobileguru}@etri.re.kr

Research on vehicle-based weather sensor operation for high-precision weather data collection

Myungin Ji, Jinwoo Kim, Ki Tae Kim, Kyoung Hwan An
Electronics and Telecommunications Research Institute (ETRI)

요 약

본 논문에서는 고정밀 기상데이터를 실시간으로 수집하기 위하여 차량에 기상센서 2 종을 설치하여 운용한 결과를 소개한다. 기상센서는 Radar 방식의 강수량 센서와 Lidar 방식의 시정현천계를 사용하였다. 두 센서 모두 시간 당 강수량, 현재 기온이 측정되며, 강수량 센서는 강수 유형 등이 추가로 측정하고, 시정현천계는 가시거리(최대 75km), SYNOP 형식의 현재 기상 코드 등을 추가로 출력한다. 본 연구에서는 두 기상센서를 차량 루프에 탑재하고 주행하며 데이터를 취득하였다. 취득한 데이터는 향후 다른 센서를 통해 수집될 데이터와 연계하여 데이터 레이블링 등에 활용할 예정이다.

Ⅰ. 서론

최근 카메라, 라이다 및 레이더 센서 고도화와 인공지능 기술발전을 토대로 자율주행 기술이 빠른 속도로 진화하고 있다. 출시 중인 차량에는 이미 운전자 지원 시스템(Advanced Driver Assistance Systems, ADAS)이 기본으로 탑재되고 있으며, 한단계 더 발전한 자율주행 시험운행 차량도 일부 구간에서 시연 또는 시범서비스가 진행 중이다.

날씨가 맑은 환경 및 정형 도로뿐만 아니라 악천후 환경 또는 비정형 도로에서도 안전한 자율주행을 하기 위해서는 관련 상황에 대응하는 자율주행 인지 및 판단 기술이 필수로 요구된다. 특히, 비, 눈, 안개 정도에 따라 카메라 또는 라이다에서 감지할 수 있는 객체 범위, 정확도 등에 영향이 크다. 따라서, 센서를 통해 자차 환경을 정확히 추정하여 미리 대응할 수 있도록 해야 한다.

일반적으로 기상센서는 수자원 관리, 농업 및 환경 관리, 건물 자동화, 공항 및 교통제어 분야 등에서 활용한다. 본 연구에서는 자율주행 차량에서 획득하는 카메라, 라이다 데이터에 고정밀 기상정보 속성을 추가하기 위하여 상용 기상센서를 차량에 장착하여 운용하였다. 이를 위해 먼저, 센서가 요구하는 전원 및 운용에 필요한 사항을 차량이 안정적으로 제공할 수 있는 지를 살펴보았다. 또한, 특정 위치에 고정해서 사용하는 통상적인 방법이 아닌, 주행 중에 측정하는 상황에서도 기상 데이터가 정상적으로 수신되는 지를 검증하였다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2 장에서는 차량에 장착한 기상센서의 간단한 기능을 소개한다. 3 장에서는 실험차량(EV9)에 기상센서 장착 모습과 실제 운용한 결과를 기술한다. 4 장에서는 결론을 맺는다.

Ⅱ. 기상센서

본 연구에서는 Radar 방식의 강수센서 1 종과 Lidar 방식의 시정현천계 1 종을 사용하였다. Radar 방식 기상센서는 Lufft 사의 WS100 를 사용하며, ±0.16mm 또는 ±10% 오차를 갖는 강수량, 기온, 강수 유형(비, 눈, 진눈깨비, 얼어붙는 비, 우박) 측정이 가능하다[1]. 이 센서는 24GHz 도플러 레이더를 활용하여 물방울 속도를 측정한다.

Lidar 방식 기상센서는 Campbell 사의 CS125 를 사용하며, 강수량, 기온뿐만 아니라 기상에 따라 ±8~±20% 오차를 갖는 10m~75km 의 가시거리 측정이 가능하며, 현재 날씨에 대해 세계기상기구(WMO)가 규정한 SYNOP(surface SYNOPtic observations) 코드로 출력한다[2].

다음 그림 1 은 두 센서의 외형을 나타낸 것이다. WS100 센서 크기가 CS125 센서 대비 비교적 작기 때문에 상시 거치하여 활용하기 용이하다.

그림 1. 기상센서 외형
(좌) Lufft WS100, (우) Campbell WS125

Ⅲ. 차량구축 및 운용 결과

그림 2 는 실험차량에 기상센서 2 종을 장착한 모습이다. 왼쪽 그림의 좌측 센서는 기 활용 중인 LiDAR 센서이며, 차례로 WS100 과 CS125 센서를 배치하였다. 각 센서가 필요로 하는 전원은 차량에서 공급하며 센서가 출력하는 데이터도 차량에 설치된 PC 에 저장한다. 오른쪽 그림은 차량 앞에서 본 모습을 나타낸다.

그림 3 은 2024 년 3 월 4 일, 아침안개가 짙은 환경에서 CS125 센서를 이용하여 50 분 동안 1 분 간격으로 측정한 결과이다. 오전 10 시 경 2km 이하로 측정되던 가시거리는 시간이 지날수록 기온 상승과 더불어 점차 개선되는 것을 볼 수 있다.

그림 4 는 2024 년 3 월 29 일, 미세먼지가 '나쁨' 또는 '매우나쁨' 인 환경에서 CS125 센서를 이용하여 50 분 동안 1 분 간격으로 측정한 결과이다. 해당 지역의 기상청 공식자료에는 오전 8 시에서 오전 10 시까지 1 시간 간격으로 170, 136, 167 $\mu g/m^3$ 농도의 PM10 데이터가 기록되었다[3]. 그림과 같이 대기 중에 떠다니는 미세먼지 입자 양이 많아질수록 센서의 가시거리 지표가 낮아짐을 확인할 수 있다.

그림 5 는 2024 년 4 월 29 일, 약한 비가 오는 환경에서 두 기상센서를 이용하여 60 분 동안 1 분 간격으로 강우량을 측정한 결과이다. 기상청에 기록된 해당 지역의 1 시간 누적 강우량은 시간 당 0.2mm 이며[4], CS125 센서가 출력한 SYNOP 코드는 61(slight rain)이다. 두 센서에서 측정한 값은 오차범위 이내에서 기상청의 측정값과 일치했으며, 다소 편차가 있으나 전체적인 경향이 유사함을 알 수 있다. 특히, 비가 갬에 따라(강우량이 줄어듦에 따라) 가시거리가 좋아지고, 강우가 다시 시작되면서 가시거리가 짧아짐을 그래프를 통해 알 수 있었다.

Ⅳ. 결론 및 향후 계획

본 논문에서는 강수량, 기온, 강수유형, 가시거리를 측정할 수 있는 기상센서를 소개하고, 차량에 구축하여 실 환경에서 측정한 결과를 기술하였다. 그 결과, 안개가 짙은 환경에서 기온 상승에 따라 가시거리가 개선되는 결과를 확인하였고, 고농도 미세먼지 환경에서 가시거리가 제한되는 결과도 살펴보았다. 또한, 기상센서 방식에 따라 강우량 측정결과에 차이를 보이는 것도 알 수 있었다.

본 연구결과는 해당 수집 지점에 대한 고정밀 날씨정보를 활용할 수 있다는 점에서 큰 의미를 가지며, 향후 차량의 타 센서를 통해 수집하는 데이터에 관련 속성을 부여하여 활용할 예정이다.

ACKNOWLEDGMENT

이 논문은 2024 년도 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 정보통신기획평가원의 지원을 받아 수행된 연구임 (RS-2023-00236245, 악천후/비정형 환경변화에서의 Seamless 자율주행을 위한 인지/판단 AI SW 핵심기술 개발)

참 고 문 헌

[1] WS100 Radar Precipitation Sensor/Smart Disdrometer, https://lufft.com.

[2] Campbell CS125 Present Weather Sensor, https://campbellsci.com.

[3] 대기환경정보실시간공개시스템, https://www.airkorea.or.kr

[4] 기상청 지역별상세관측자료, https://www.weather.go.kr

그림 2. 기상센서 장착 모습

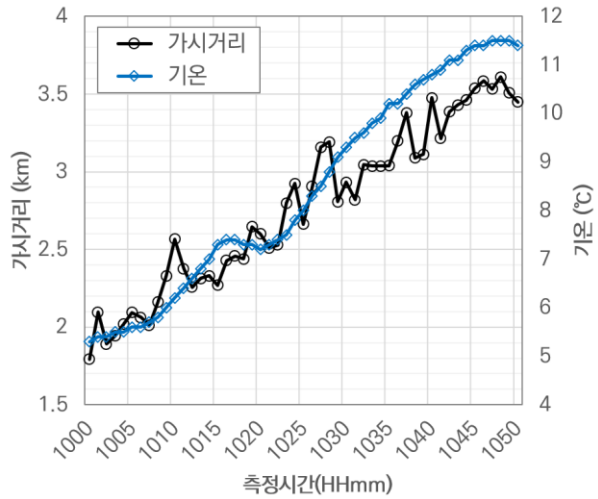

그림 3. 안개상황에서 가시거리 변화 측정 결과

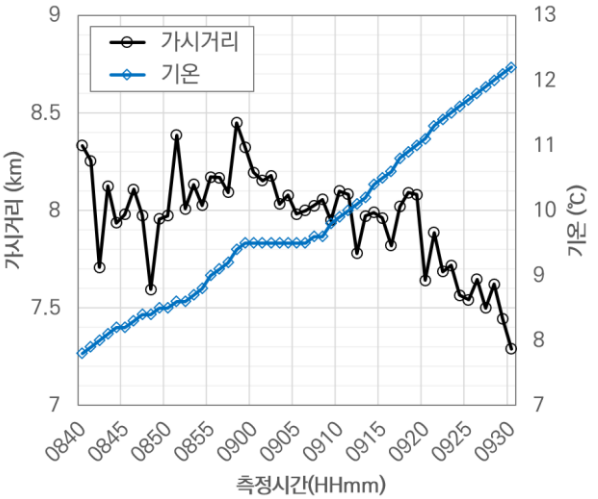

그림 4. 고농도 미세먼지 상황에서 가시거리 변화 측정 결과

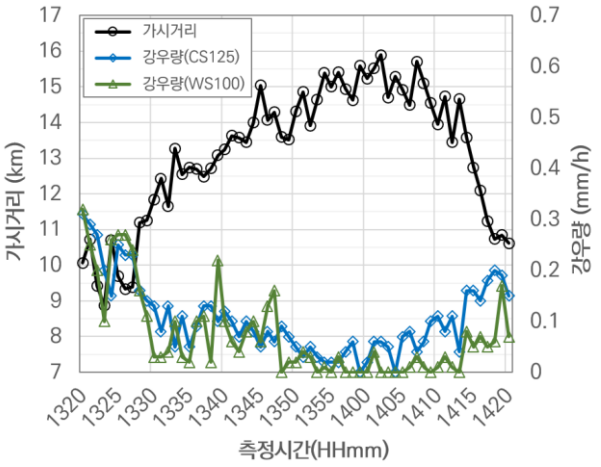

그림 5. 기상센서 간 강우량 측정결과 비교