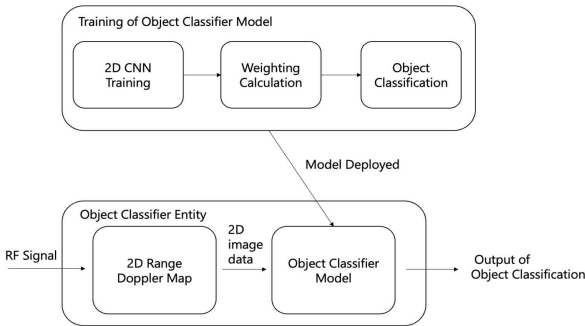


Application Manager Entity는 작동 모드에 따라 mmWave Sensor 또는 Transceiver Entity를 제어하며, Sensor Mode에서는 원시 데이터를

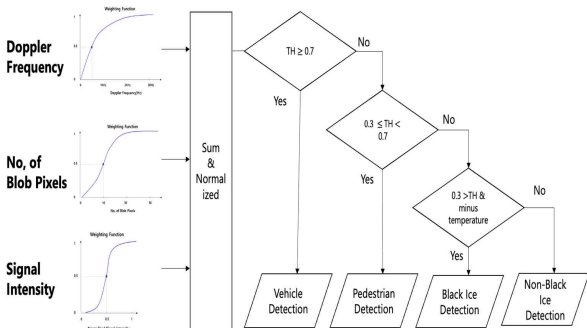
수집·분류해 V2X 메시지로 전송하고, Transceiver Mode에서는 데이터를 고속 송수신해 차량-인프라 간 실시간 인지를 지원한다. Integrated Driving Environment Perception Entity는 이 데이터를 융합해 LDM(Local Dynamic Map)을 생성하고, 이를 자율주행 의사결정 및 차량 간 정보 공유에 활용한다.

Object Classification Entity는 주행 중인 차량이 도로 위의 차량, 보행자, 장애물, 블랙아이스(black-ice) 등 주행에 영향을 미칠 수 있는 모든 요소를 파악한다. 이를 통해 돌발 상황이나 위험 요소를 조기에 인지하고, 자율주행 시스템이 조향과 가속을 적절히 처리할 수 있어, CDP의 중추적인 역할을 담당한다.



<그림 2> 객체 식별자

mmWave 센서는 주기적으로 FCMW(Frequency Modulated Continuous Wave) 신호를 송출하고 반사 신호를 수신하여 거리 및 속도 정보를 포함하는 원시 데이터를 생성하며, 이 데이터는 2D FFT(Fast Fourier Transform)를 통해 거리-도플러(Range-Doppler) 맵(map)으로 변환된다. 생성된 2D Range-Doppler 맵은 각 객체의 거리와 속도를 시각적으로 표현하고, 반사 신호의 세기를 픽셀 강도로 나타낸다. 이 맵은 거리와 도플러 주파수, 신호 강도를 나타내는 2차원 지도이다. 객체의 특성을 고려하여, 차량과 보행자는 비교적 높은 신호 강도와 클러스터화된 반사 패턴을 보이지만, 블랙아이스 등은 낮은 신호 강도와 분산된 반사 패턴을 보인다. 이후 Object Classifier Entity는 사전 학습된 2D CNN(Convolutional Neural Network) 모델을 통해 도플러 주파수, 픽셀 분포, 신호 강도 등의 특징을 추출하고, 이를 기반으로 객체가 차량, 보행자, 블랙아이스 등 어느 유형에 속하는지 분류할 수 있다.



<그림 3> 객체 식별자의 가중값 처리 절차

분류 과정에서는 도플러 주파수, 블록 픽셀 수, 신호 강도에 가중치를 부여하여, 정규화된 결정값을 산출한다. 결정값이 0.7 이상은 차량, 0.3 이상 0.7 미만은 보행자, 0.3 미만이면서 영하의 온도값을 갖는 경우에는 블랙아이스로 분류한다. 단, 0.3 미만의 결정값만 갖는 경우는 블랙아이스로 판단하지 않는다.

- 차량: 임계값(Threshold) ≥ 0.7
- 보행자: $0.3 \leq \text{임계값(Threshold)} < 0.7$
- 블랙아이스: 임계값(Threshold) < 0.3 , 영하

III. 결론

본 논문에서는 10월 개최된 ITU-T SG21에서 개발 중인 표준인 ITU-T F.CAV-CDP에 대한 구조와 주요 기능을 살펴보았다. F.CAV-CDP에서 제시하는 프레임워크는 mmWave 센싱과 V2X 통신을 통합하여 차량과 인프라(RAU) 간 원시 센서 데이터를 실시간으로 공유한다. 이번 연구에서는 Object Classification Entity의 역할 및 기능, 매커니즘 등을 구체화하였다. 특히, 실상황 데이터 기반의 시뮬레이션 결과를 통해 객체를 식별하고 분류할 수 있는 정규화된 값을 제시하였다. 향후에는 CDP 프레임워크를 기준으로 한 실데이터 기반 시뮬레이션을 통해 구체적인 요구사항을 도출하고, 2026년까지 개발을 완료할 계획이다. 또한, 국내 기업이 보유한 mmWave 및 V2X 융합 기술을 국제표준 제정에 반영함으로써 표준 특허도 확보하고자 한다.

ACKNOWLEDGMENT

본 논문은 2025년도 정부(산업통상자원부)의 재원으로 한국산업기술기 획평가원의 지원을 받아 수행된 연구임(No. 20014384, 글로벌 역량 확보를 위한 자율주행차 핵심 국제표준 및 특허 선도기술 연구)

참 고 문 헌

- [1] Younjae KIM, Jeong Wook Go. ITU-T SG16, F.CAV-CDP “Framework and requirements of cooperative driving environment perception for connected automated vehicles”, April 2024..
- [2] Younjae KIM, Jeong Wook Go. ITU-T SG21, F.CAV-CDP “Framework and requirements of cooperative driving environment perception for connected automated vehicles”, October 2025..
- [3] 김영재, 강석규, 차순일. “자율주행차 기술개발 접근방식과 자율주행차 Level 4 이상의 시스템에 관한 연구”, 한국통신학회차계종합학술발표회, June 2023.
- [4] 김영재, 고정욱, 김정현. “커넥티드 자율주행차를 위한 협력 주행 환경 인식 프레임워크에 관한 연구”, 한국통신학회차계종합학술발표회, November 2024.