

DDS 기반 자율주행 시스템의 보안을 위한 침입 탐지 노드 설계

김인수, 김아람, 박재홍*

와이즈오토모티브

kis@wise-automotive, kar@wise-automotive.com, blue@wise-automotive.com

Design of Intrusion Detection Node for Security of DDS-Based Autonomous Driving Systems

Insu Kim, Aram Kim, JaeHong Park*

WISEautomotive

요약

자율주행 차량의 상용화를 위해서는 자율주행 시스템을 경제성이 있고 차량에서 사용 가능한 등급의 소자로 구성된 임베디드 하드웨어 플랫폼으로 제작하는 것이 필요하다. 제한된 성능을 가진 임베디드 하드웨어를 이용하여 자율주행 기능 구현이 가능하도록 다수의 임베디드 하드웨어를 활용한 분산된 시스템을 이용할 필요가 있으며, 분산된 시스템의 데이터 처리를 위한 방법으로 DDS(Data Distribution Service)의 적용이 고려되고 있다. DDS 기반의 자율주행 시스템은 자율주행 경로 및 제어를 결정하는데 사용되는 데이터를 분산 노드간 통신 프로토콜을 사용하여 전송하기 때문에 DDS 네트워크에 대한 침입은 자율주행 차량의 안전에 직접적인 영향을 끼친다. 본 논문에서는 분산된 자율주행시스템의 안전을 담보할 수 있도록 DDS 기반의 침입탐지 노드의 설계에 대하여 논한다.

I. 서론

자율주행 시스템은 센서의 입력, 선처리, 추론, 경로의 설정 등 다양한 기능의 응용 프로그램들의 집합으로 구현된다. 구현된 각각의 단위 응용프로그램들을 상호 연동하기 위해 공통된 API를 가지는 소프트웨어 플랫폼들이 함께 개발되었고 그 중 ROS(Robot Operating System)이 널리 사용되고 있다. ROS는 각 단위기능들의 구현체인 노드의 집합으로 구성되며 노드 사이에 메시지를 주고받는 형식으로 운영된다. 최근에 널리 사용되는 ROS2는 표준화된 DDS RTPS(Real Time Publish Subscribe)[1] 프로토콜을 사용하여 메시지를 전송한다.

DDS 통신은 DDS-Security 표준을 이용하여 보안을 유지하도록 권장하고 있으나 표준 알고리즘인 AES-GCM의 처리 부하는 실시간성이 요구되는 자율주행시스템에서 제약사항이 되며, 이러한 문제로 DDS-Security의 적용보다는 IDPS(Intrusion Detection and Prevention System)를 통한 사후 처리방법이 많이 고려되고 있다.

본 논문에서는 자율주행 시스템을 위한 DDS 기반 침입탐지 노드의 설계에 대하여 논한다.

II. 본론

ROS2기반 자율주행 시스템에서의 IDPS 구현을 위해 클라우드, IDPS 매니저, IDS 센서로 구성되는 구조를 설계하였다. 클라우드 IDPS는 자율주행 자동차와 무선 연결을 통하여 트래픽을 수신하여 분석하고, 적당한 보안정책을 IDPS매니저로 송신하여 차량의 보안성을 높이는 역할을 수행한다. IDPS 매니저는 시스템 내의 트래픽을 수집하고 지정된 보안정책에 따라 평가하여 평가결과를 IDPS매니저로 송신하는 역할을 수행한다. IDPS 센서는 ROS2의 노드 중 시스템 센서, V2X등 시스템 외부와 커넥션이 있는 노드들이 수신한 인터페이스의 트래픽을 수집하여 IDPS매니저로 전송

하는 역할을 수행한다.

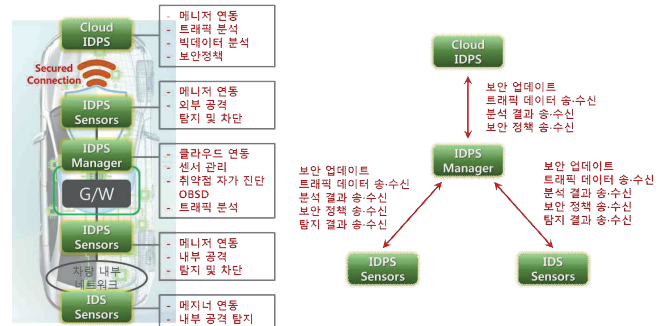


그림 1 IDPS 시스템의 구조

설계된 계층구조에 따라 IDPS 매니저 노드가 ROS2 상에 구현되며, 분산환경으로 구성된 자율주행 시스템에서 그림과 같이 위치한다.

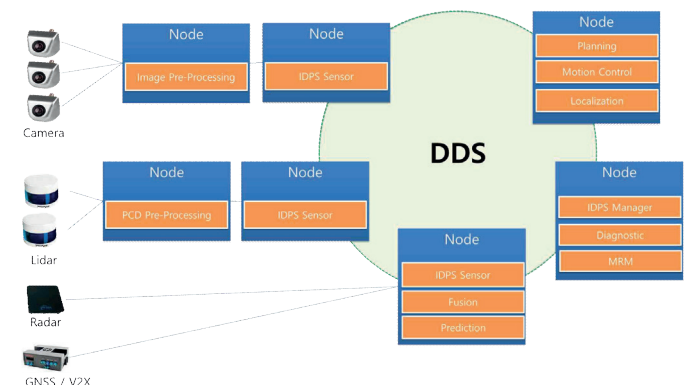


그림 2 ROS2기반 IDPS

III. 결론

본 논문에서는 자율주행 시스템을 위한 DDS 기반 침입탐지 노드의 설계에 대하여 논하였다. 연구 결과로 DDS RTPS를 사용하는 전송 토폴로지를 모니터링하고 이상 노드를 탐지할 수 있는 IDPS 노드를 이용한 ROS2 기반 분산 시스템을 설계하였다. 추후 설계된 시스템을 구현하여 실차 환경에서 이더넷 또는 CAN을 이용한 Fault-injection 시험을 진행하여 IDPS 노드의 탐지기능을 검증하고 실차 환경에서 시험해 볼 예정이다.

ACKNOWLEDGMENT

이 연구는 2024년도 산업통상자원부 및 한국산업기술기획평가원(KEIT) 연구비 지원에 의한 연구임 (2410000538, 전장부품의 보안성 검증을 위한 평가(V&V) 시스템 기술개발)

참 고 문 헌

- [1] Sumit Paul, Danh Lephuc, Manfred Hauswirth "Performance Evaluation of ROS2-DDS middleware implementations facilitating Cooperative Driving in Autonomous Vehicle" Edge AI meets Swarm Intelligence Technical Workshop, pp. 9. Sep. 2024
- [2] Maxim Friesen, Gajasri Karthikeyan, Stefan Heiss, Lukasz Wisniewski, Henning Tresk, "A comparative evaluation of security mechanisms in DDS, TLS and DTLS", Technologien für die intelligente Automation 12, pp202-204, 2020