

自動運転におけるROS2及びDDSに対する フォレンジック機能の提案

Proposal of Forensics Function for ROS2 and DDS in Automated Driving System

松本悟・ネットワーク分科会・情報セキュリティ大学院大学

Connected and Automated Vehicles (CAVs) can cause life-threatening accidents once they become a target of cyber attacks. Digital forensics on CAVs is indispensable for investigating the cause of cyber-attack incidents and tracking down the attackers. In this paper, we describe the characteristics of the distributed system realized by the middleware - ROS (Robot Operating System) and DDS (Data Distribution Service) - used in automated driving applications. Furthermore, we will report on our work to propose capabilities for rapid digital forensics after an incident.

コネクテッドカー・自動運転車(CAVs)時代のデジタル・フォレンジック

- CAVsはV2X (Vehicle-to-Everything) により、周囲の自動車、交通インフラ等とネットワークを構築。
- CAVsに生じたインシデントのデジタル・フォレンジック*ソースは、車両内部だけでなく外部にも分散。

これらを適切に保全、収集することが、CAVsに対するデジタル・フォレンジックの第一歩である。

※犯罪の立証のための電磁的記録の解析技術及びその手続き^[1]

CAVsのシステム構成と車両内部の デジタル・フォレンジックソース

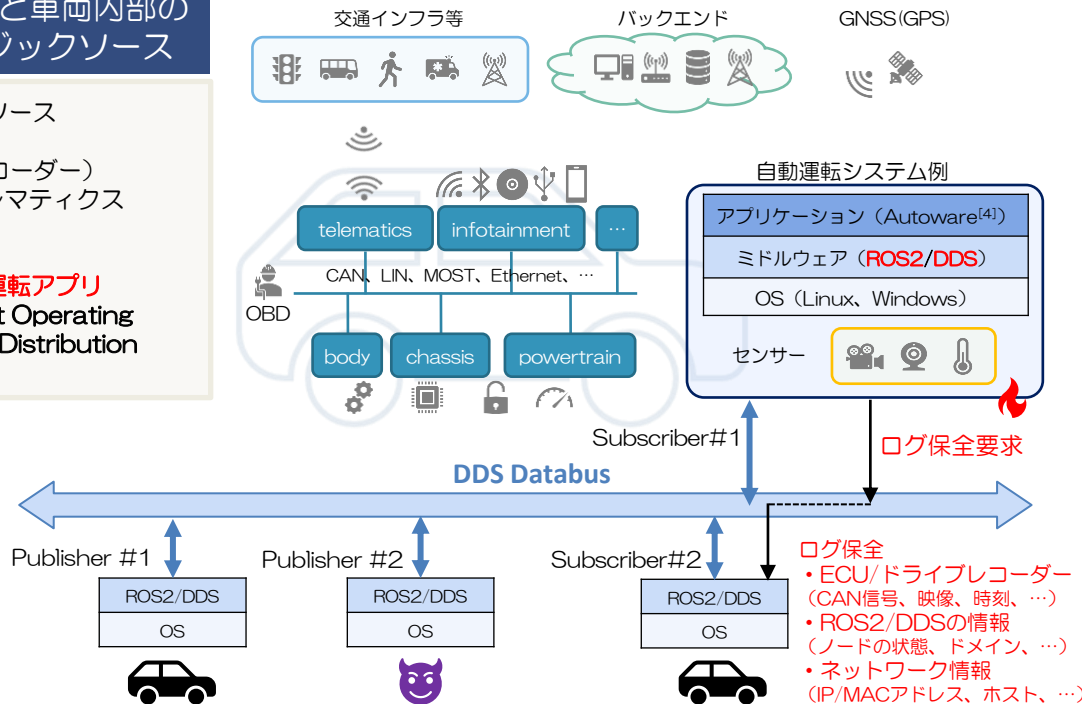
- デジタル・フォレンジックソース
 - ECU (電子制御ユニット)
 - EDR (イベントデータレコーダー)
 - インフォテインメント/テレマティクス
 - 各種センサー
 - ドライブレコーダー、etc.

+ OS、ミドルウェア、自動運転アプリ

- ミドルウェア ROS2 (Robot Operating System)^[2]及びDDS (Data Distribution Service)^[3]に着目。

【ROS2/DDS】

- ・ロボット開発プラットフォーム。
- ・多数のハードウェア抽象化に対応。
- ・Publisherが車両制御・地図・画像等のTopicを公開し、SubscriberがTopicを購入して通信。
- ・分散システムでリアルタイムかつ高信頼のデータ伝送を実現する。



- ログ保全
 ・ ECU/ドライブレコーダー (CAN信号、映像、時刻、...)
 ・ ROS2/DDSの情報 (ノードの状態、ドメイン、...)
 ・ ネットワーク情報 (IP/MACアドレス、ホスト、...)

デジタル・フォレンジック上の課題

- 事故車両からはデータ抽出ができない可能性。
⇒事故前後の周囲車両・道路インフラからもログ収集。
- ECU/EDRは、事故イベント前後数秒のCAN信号^[5]。
⇒OS・ミドルウェア等のログを組み合わせる補完。
- ハードウェアへの命令はROS2/DDSを経由するが、命令の送信元・送信先の追跡が困難。
⇒ネットワークログとの突合。

提案するフォレンジック機能

- フォレンジック要件
 - ・インシデント前後のPublisher/Subscriber特定。
 - ・PublisherとIPアドレス等識別子の結合。
 - ・Subscriber#1でのログの完全性確保。
 - ・Subscriber#2から、Subscriber#1のメッセージ受信ログ抽出。
- 要件を満たすためのフォレンジック機能
 - ・Subscribeメッセージ及びSubscriberの状態の一定時間保持 (ローカル/オンライン)。
 - ・インシデント発生時に周囲へログ保全要求の発信。
 - ・ECU/EDRとの時刻同期。
 - ・書ききり型媒体、暗号技術を使用したログの完全性確保。

[1] 令和元年度版警察白書

[2] Open Source Robotics Foundation (OSRF), ROS2. <https://github.com/ros2>.

[3] Data Distribution Service for Real Time Systems (DDS) v1.4. <http://www.omg.org/spec/DDS/1.4/>.

[4] The Autware Foundation - Open Source for Autonomous Driving. <https://www.autware.org/>.

[5] D. Kopencova and R. Rak. "Issues of Vehicle Digital Forensics". In: 2020 XII International Science Technical Conference AUTOMOTIVE SAFETY, 2020, pp. 1-6.