

第15部

自動車を含むインターネット環境の構築

佐藤 雅明、塚田 学

第1章 はじめに

インターネット自動車WG（以下 iCAR WG）では、これまでに移動体通信技術の開発とその実験環境の構築、実社会での実証実験への参加活動および研究成果の標準化活動を行ってきた。

本年度は、

- (1) 自動走行を支援する協調型ITSに関する研究
- (2) Everything to Network (X2N)によるITS基盤に関する研究
- (3) 関連する標準化活動と整理

ITSと通信に関わる新しい社会基盤の構築・検証・整理などが活動内容であった。以下にこれら3つの活動を概説する。

第2章 iCAR WG 2023年度の活動

2.1 Everything to Network (X2N)によるITS基盤に関する研究

協調型ITSにおいて、従来の広域通信型(V2N)には通信遅延等の課題があるとされており、制御を伴う協調型ITSの多くは車車間(V2V)、路車間(V2I)を前提としたものが多い。一方、V2V/V2Iで用いられる通信方式は国毎に異なる仕様であり、実用性は普及率や路側機敷設状況に依存する。自動車にとって、V2Nのサービス範囲や、歩行者などの車以外のモビリティ、道路付帯物などの接続性はメリットが大きく、5Gに代表される技術革新により問題の改善が見込まれる。本研究では、自動車主体(V2X)ではなく全ての機能がネットワークに接続されていること(Everything to Network)を前提としたコネクテッドモ

ビリティ環境としてX2Nを提案する。

今年度は、慶應義塾大学SFC研究所に設立されたデジタルツイン・キャンパス ラボと連携し、慶應大学SFCキャンパス内に構築された5G SAのテストフィールドを活用してX2Nのコンセプト実証と課題を取りまとめた。

2.2 関連する標準化活動

スマートフォンやPortable Navigation Device (PND)によるITSの標準化をおこなっているISO/TC204/WG17においては、国際専門家、および国内分科会長を本WGメンバーが務めており、インターネット技術やアーキテクチャとの整合についての議論をおこなっている。

WG17では、世界中で急速に普及が進んでいるスマートフォンを軸に、自動車の持つ情報を利用するための車両インターフェースや、安全支援システムの案内プロトコル、旅行者向け情報提供サービスなどに関する標準化を進めている。

自動車の持つ情報を利用するためのアプリケーションインターフェースや、安全支援システムの案内プロトコル、ノーマディックデバイス向けの旅行者向け情報提供サービス、そしてCO2排出量を考慮した移動のためのグリーンITSなどに関する標準化が進んでおり、ITS以外の分野との融合に関する議論も進んでいる。

スマートフォン等が今後今迄以上に用意に車両情報を活用する事が可能になると考えられ、引き続き議論の趨勢を注視する必要があると共に、インターネットとの親和性確保やプライバシー、セキュリティ等に関する貢献が期待されているためicar WGとしても協力していきたい。

第3章 おわりに

2023年度のiCAR WGの研究活動は、スマートフォンなどの普及を考慮して、自動車を中心としたユースケースのみに依存しないモビリティ全般に対する新たな基盤についての議論を立ち上げると共に、これまで同様標準化団体への提案等を通して実社会のニーズを反映した分野への貢献をおこなった。今後も本WGでは開発した技術の実社会への反映を考慮し、社会全体の利益に資するような研究開発を目指していきたい。

第4章 Publish, Presentation, workshop

4.1 Publish

- Kazuya Hirota, Masaaki Sato, Jun Murai, Rina Suzuki, Takuto Kiriya, Honoka Inda, "Expressway Traffic Information Distribution System Utilizing a Smart Assistant Service", Proc. of ITS World congress 2023, 2023年10月
- Ye Tao, Ehsan Javanmardi, Pengfei Lin, Yuze Jiang, Jin Nakazato, Manabu Tsukada, Hiroshi Esaki, "Zero-Knowledge Proof of Traffic: A Deterministic and Privacy-Preserving Cross Verification Mechanism for Cooperative Perception Data", In: IEEE Access, vol. 11, pp. 142846-142861, 2023, ISSN: 2169-3536.
- Vishal Chauhan, Chia-Ming Chang, Ehsan Javanmardi, Jin Nakazato, Lin Pengfei, Takeo Igarashi, Manabu Tsukada, "Fostering Fuzzy Logic in Enhancing Pedestrian Safety: Harnessing Smart Pole Interaction Unit for Autonomous Vehicle-to-Pedestrian Communication and Decision Optimization", In: Electronics, vol. 12, no. 20, 2023, ISSN: 2079-9292.
- Muhammad Asad, Saima Shaukat, Ehsan Javanmardi, Jin Nakazato, Naren Bao, Manabu Tsukada, "Secure and Efficient Blockchain-based Federated Learning Approach For VANETs", In: IEEE Internet of Things Journal, 2023.
- Pengfei Lin, Ying Shuai Quan, Jin Ho Yang, Chung Choo Chung, Manabu Tsukada, "Safety Tunnel-Based Model Predictive Path-Planning Controller with Potential Functions for Emergency Navigation", In: IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems, vol. 24, iss. 4, pp. 3974 - 3985, 2023, ISSN: 1524-9050.
- Yuze Jiang, Ehsan Javanmardi, Jin Nakazato, Manabu Tsukada, Hiroshi Esaki, "Roadside LiDAR Assisted Cooperative Localization for Connected Autonomous Vehicles", In: ACM Intelligent Computing and its Emerging Applications (ICEA 2023), 2023, (Best paper award (Silver)).
- Kazuto Matsumoto, Ehsan Javanmardi, Jin Nakazato, Manabu Tsukada, "Localizability Estimation for Autonomous Driving: A Deep Learning-Based Place Recognition Approach", In: IEEE Robotic Computing 2023, California, USA, 2023.
- Pengfei Lin, Ehsan Javanmardi, Jin Nakazato, Manabu Tsukada, "Potential Field-based Path Planning with Interactive Speed Optimization for Autonomous Vehicles", In: 49th Annual Conference of the IEEE Industrial Electronics Society (IECON 2023), 2023.
- Vishal Chauhan, Chia-Ming Chang, Ehsan Javanmardi, Jin Nakazato, Koki Toda, Pengfei Lin, Takeo Igarashi, Manabu Tsukada, "Keep Calm and Cross: Smart Pole Interaction Unit for Easing Pedestrian Cognitive Load", In: The 9th IEEE World Forum on Internet of Things (IEEE WFIoT2023), Aveiro, Portugal, 2023.
- Naren Bao, Alexander Carballo, Manabu Tsukada, Kazuya Takeda, "Personalized Causal Factor Generalization for Subjective Risky Scene Understanding with Vision Transformer", In: The 26th edition of the IEEE International Conference on Intelligent Transportation Systems (ITSC 2023), Bilbao, Bizkaia, Spain, 2023.

- Yuji Yamazaki, Yasumasa Tamura, Xavier Defago, Ehsan Javanmardi, Manabu Tsukada, "ToST: Tokyo SUMO traffic scenario ", In: The 26th edition of the IEEE International Conference on Intelligent Transportation Systems (ITSC 2023), Bilbao, Bizkaia, Spain, 2023.
- Pengfei Lin, Ehsan Javanmardi, Jin Nakazato, Manabu Tsukada, "Occlusion-Aware Path Planning for Collision Avoidance: Leveraging Potential Field Method with Responsibility-Sensitive Safety", In: The 26th edition of the IEEE International Conference on Intelligent Transportation Systems (ITSC 2023), 2023.
- Ye Tao, Ehsan Javanmardi, Jin Nakazato, Manabu Tsukada, Hiroshi Esaki, "Flowsim: A Modular Simulation Platform for Microscopic Behavior Analysis of City-Scale Connected Autonomous Vehicles", In: The 26th edition of the IEEE International Conference on Intelligent Transportation Systems (ITSC 2023), Bilbao, Bizkaia, Spain, 2023.
- Nicholas Danispadmanaba Yosodipuro, Ehsan Javanmardi, Jin Nakazato, Yasumasa Tamura, Xavier Defago, Manabu Tsukada, "Mixed-traffic Intersection Management using Traffic-load-responsive Reservation and V2X-enabled Speed Coordination", In: The 26th edition of the IEEE International Conference on Intelligent Transportation Systems (ITSC 2023), Bilbao, Bizkaia, Spain, 2023.
- Zekun Wang, Jin Nakazato, Muhammad Asad, Ehsan Javanmardi, Manabu Tsukada, "Overcoming Environmental Challenges in CAVs Through MEC-Based Federated Learning", In: 14th International Conference on Ubiquitous and Future Networks (ICUFN2023), pp. 1-6, Paris, France, 2023.
- Yu Asabe, Ehsan Javanmardi, Jin Nakazato, Manabu Tsukada, Hiroshi Esaki, "AutowareV2X: Reliable V2X Communication and Collective Perception for Autonomous Driving", In: The 2023 IEEE 97th Vehicular Technology Conference (VTC2023-Spring), Florence, Italy, 2023.
- Pengfei Lin, Ehsan Javanmardi, Ye Tao, Vishal Chauhan, Jin Nakazato, Manabu Tsukada, "Time-To-Collision-Aware Lane-Change Strategy Based on Potential Field and Cubic Polynomial for Autonomous Vehicles", In: 2023 IEEE Intelligent Vehicles Symposium (IEEE IV 2023), Anchorage, Alaska, USA, 2023.
- Yuki Sasaki, Sojin Ozawa, Kabuto Arai, Jin Nakazato, Manabu Tsukada, Kazuki Maruta , "Location-Based Broad-Range Null-Steering in V2X Multiuser MIMO Transmission", 2024 IEEE 21st Consumer Communications & Networking Conference (CCNC), Poster, 2024.
- Ryo Iwaki, Jin Nakazato, Muhammad Asad, Ehsan Javanmardi, Kazuki Maruta, Manabu Tsukada, Hideya Ochiai, Hiroshi Esaki, "Optimizing mmWave Beamforming for High-Speed Connected Autonomous Vehicles: An Adaptive Approach", 2024 IEEE 21st Consumer Communications & Networking Conference (CCNC), Poster, 2024.
- Dou Hu, Jin Nakazato, Ehsan Javanmardi, Muhammad Asad, Manabu Tsukada , "An Extended Kalman Filter Enabled Beam Tracking Framework in Intersection Management", European Conference on Networks and Communications (EuCNC) & 6G Summit Poster, 2023.

4.2 Presentation

- 佐藤 雅明, "デジタルツイン・キャンパス ～その意味と成果の社会展開～", INTEROP 2023, 2023年6月
- 佐藤 雅明, "モビリティ DX:課題解決型のモビリティ社会の創造", CEATEC 2023, 2023年10月
- 中里 仁, 塚田 学, "[依頼講演]協調型自動運転における遠隔操作・支援のための5Gフィールドにおける計測評価", 無線通信システム研究会(RCS), 松江, 13.04.2023.