

加藤 真平

東京大学大学院情報理工学系研究科
准教授

完全自動運転における危険と異常の予測

§ 1. 研究実施体制

(1) 東大グループ

① 研究代表者: 加藤 真平 (東京大学大学院情報理工学系研究科 准教授)

② 研究項目

- ・有向グラフ(DAG)を用いたシステム解析
- ・Saliency Map を用いた深層学習処理の可視化
- ・GPU とメニーコアを用いたスケーラブルな深層学習基盤
- ・クラウドを用いた学習用データ管理機構

(2) 名大グループ

① 研究代表者: 武田 一哉 (名古屋大学未来社会創造機構 教授)

② 研究項目

- ・運転データの圧縮
- ・学習における特異データの除去
- ・未学習データの検出

(3) 慶應グループ

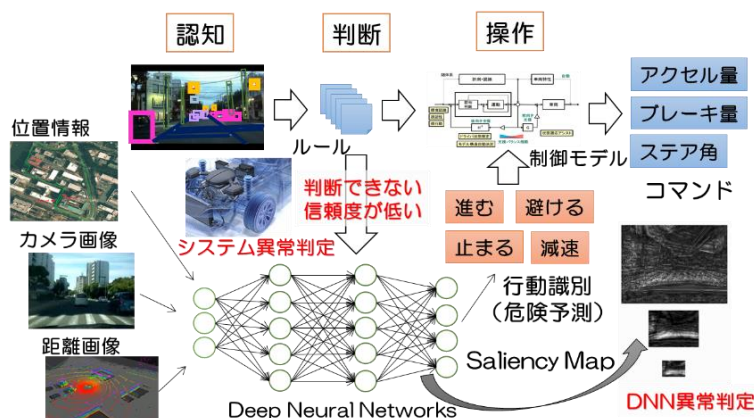
① 主たる共同研究者: 河野 健二 (慶應義塾大学工学部 教授)

② 研究項目

- ・マルチテナントなクラウド学習基盤
- ・クラウドにおける深層学習処理および学習用データに対するセキュリティ機構
- ・深層学習を用いた画像ベースの位置推定アルゴリズム

§ 2. 研究実施の概要

スモールフェーズの目標は、図1に示す通り、自動運転の危険と異常を予測できるアルゴリズムの開発、およびそのプロトタイプ実装である。H29年度はこれらの要素技術の構築を行った。また、研究成果の発信のために、学習に用いるデータ取得から管理、ラベル付け、訓練までを統合的にオンライン化し、ウェブサービス「Automan」として一般公開した。



【アルゴリズム研究】

図1 データ駆動型の危険予測および異常予測の枠組み
(スモールフェーズの目標)

アルゴリズム的な危険予測と異常予測には深層学習が有効

と考えられるが、膨大な運転データを必要とするため、その研究はまだ実用化には程遠い。運転データは単にアクセル、ブレーキ、ステアリングの値を収集すればよいというわけではなく、その時の周囲環境の画像や3次元点群も同期して収集しないと効果をもたない。しかしながら、画像や3次元点群は毎フレームで数MBのサイズになり、リアルタイムに解析するどころかストレージにデータベース化することすら困難であるのが現状である。H29年度は、このデータ収集を効率的に実施できる仕組みとアルゴリズムを構築した。画像圧縮については多くの先行研究が存在するため、本研究では3次元点群の圧縮に関する研究を実施し、既存の動画画像圧縮アルゴリズムの応用と位置推定技術を組み合わせた新しいアルゴリズムを考案した。

危険予測については、ヒヤリハットを含む大量の運転データから危険予測モデルを構築するアプローチ、他車や歩行者をカメラやLiDAR等のセンサーで3次元的にトラッキングして衝突を予測するアプローチの両方の研究を行った。また、異常予測については、深層学習のネットワークの計算経過を可視化するアプローチ、未学習のデータ系列を検出するアプローチの両方の研究を行った。

【システム研究】

アルゴリズム的な危険予測および異常予測の研究を進めると同時に、自動運転システム全体の処理が想定内の状況にあることを常に保証できることを目標にしている。自動運転システムは認知、判断、操作にかかる多数のタスクが互いに入出力関係を持ちながら構成されている。これは有向グラフ(DAG)として表現することが可能であり、各々のノードが正しい順序とタイミングで実行されていれば、システムとして異常なしと判定できる。本研究では、その判定の瞬時的な出力を可能にする時間付きDAG解析の研究を行った。

本研究における自動運転システムはエッジとクラウドから構成される。エッジ側の車載システムに関する研究成果はすべてオープンソースの自動運転ソフトウェア「Autoware」に実装されている。一方、クラウド側のデータ管理や深層学習に関する研究成果は本研究で新たに開発した自

動運転 AI のオープンサービスプラットフォーム「Automan」に集約している(図 2)。エッジ側は組み込み GPU やマルチコアを用いた実時間システム, クラウド側はハイエンド GPU やメニーコアを用いた高性能計算システムになっている。

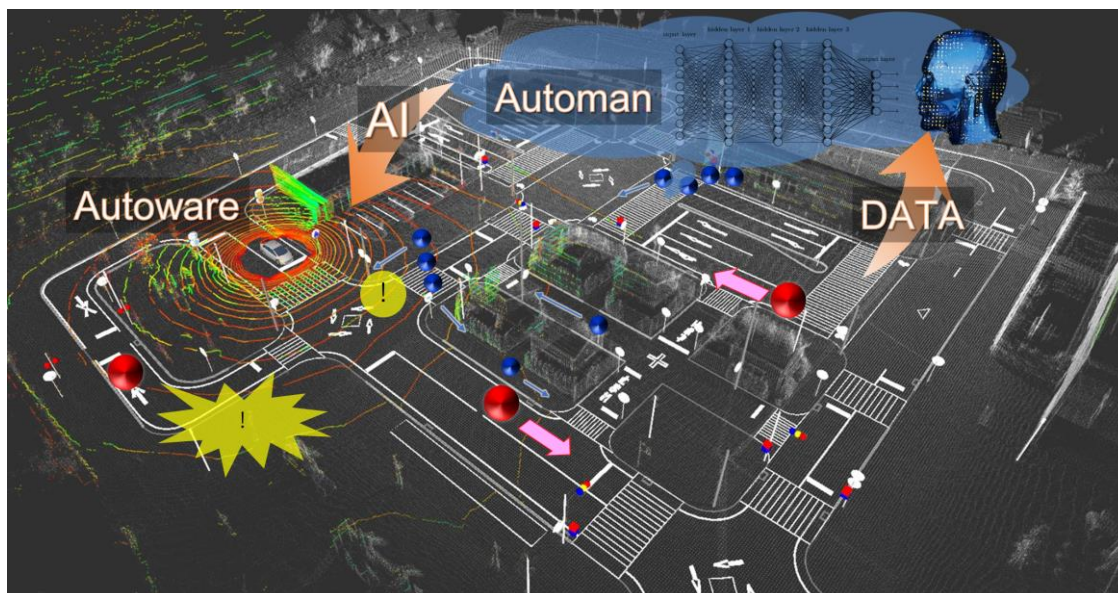


図 2 本研究成果を実装した Autoware と Automan の関係

【代表的な論文】

1. E. Yurtever, S. Yamazaki, C. Miyajima, K. Takeda, M. Mori, K. Hitomi, and M. Egawa, Integrating Driving Behavior and Traffic Context through Signal Symbolization for Data Reduction and Risky Lane Change Detection, IEEE Transactions on Intelligent Vehicle, 2018. (To appear)
2. M. Yabuta, A. Nguyen, S. Kato, M. Edahiro, H. Kawashima, Relational Joins on GPUs: A Closer Look, IEEE Transactions on Parallel and Distributed Systems, Vol. 28, No. 9, pp. 2663-2673, 2017.
3. Y. Suzuki, H. Yamada, S. Kato, and K. Kono, GLoop: An Event-driven Runtime for Consolidating GPGPU Applications, ACM Symposium on Cloud Computing (SoCC), pp. 80-93, 2017.