

自動運転車群運行の実時間全体最適化のための機械学習の教師生成

吉田 暉・松崎 仁平・榊原 一紀・中村 正樹（富山県立大学）

1. はじめに

近年自動運転技術が発達しており、都市全体で集中管理された自動運転車で交通が制御されるスマートシティの実現が強く期待されている。自動運転車において重視される点は全ての車両の経路及び速度を1つもしくは複数のシステムで管理することであるが、これまでの研究では数理計画モデルを用いて最適解を導出していた[1]。ここでは客割当、経路探索、速度制御の3つのモデルを考え、全体で1つの数理計画モデルを作成し最適解を導出している。しかし、この数理計画モデルは計算量が膨大であり、小規模な状況でしか使えない状況であった。また別の研究[2]では、機械学習を用いてモデル予測制御を行い、車両の経路及び割当を予測して計算量を削減している。しかしこの研究の機械学習において、教師としているものはヒューリスティクスに基づく手法であり、一部の状況において不適切な教師であった[2]。そこで本研究では数理計画を行わず、ゲーム理論に基づく最適化手法を構築することで計算量を削減し、多様な状況において近似解を導出することでモデル予測制御における機械学習の教師となるモデルを提案する。

2. ゲームに基づく最適化手法

まず意思決定モデルを車両割当、経路計画、速度制御の3つに分けて考えるものとする。また想定する都市は格子状に道路が引かれているものとする。都市内において複数の利用客が存在し車両は利用客の場所まで迎車し、利用客の目的地まで送迎を行う必要がある。図1に都市交通における意思決定の概要を示す。それぞれの意思決定において、評価を行うには該当する意思決定の1つ下の意思決定を先に評価する必要がある。例えば車両割当を評価するには経路計画を先に評価する必要がある。先行研究[1]においては、経路計画及び速度制御を網羅的に探索し、数理最適化を行っていた事から非常に時間がかかる数理計画モデルとなっていた。本研究においては速度制御を近似モデルとして置き換え、渋滞の発生を正確に表現しない事で計算量を削減する。また経路探索においては、ダイクストラ法に基づく最短経路のみを探索することで全体の探索量を減らし計算量を削減する。これらの手法を用いて多様な状況において近似解を導出し、機械学習の教師に用いる。

図2に意思決定の一例を示す。まず全ての利用客について各車両との距離を計算し、各利用客に最も近い車両を割り当てることで利用客割当経路を決定する。次に利用客の地点から目的地までの最短となる送迎経路を探索する。各車両の経路が決定したら重複して使用されてい

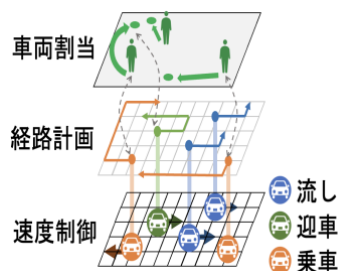


図1 意思決定の構造

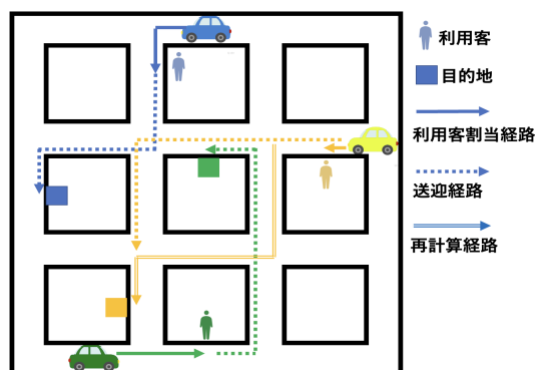


図2 意思決定の一例

る道路を検出する。この時、速度制御を近似モデルとするため、重複して使用されている道路は同時に使用されるかどうかに関わらず渋滞が発生すると仮定する。重複して使用されている道路があった場合、その道路の移動コストを上げ、使用している車両の送迎経路を再計算する。この時再計算は移動コストが上がっている現在の道路情報を基に再度最小移動コストの経路を探索する。経路の再計算は一定回数もしくは評価が変わらなくなったら終了する。全ての送迎経路の再計算が終了した時、最適解であるとして計算を終了する。

3. 今後の展望

現在車両割当、経路探索、経路の再計算を行うプログラムの作成中である。現在のプログラムは経路の再計算は全ての車両が一斉に行うものであり、空いている道路に集中して使用され、再度重複道路が発生する状態が発生している。今後は経路の再計算を一部の車両もしくは1台ずつ行い、逐次道路状況を更新することで空いている道路に集中することを防ぐ必要がある。また生成された最適解は現実世界において実行可能であるか確認する必要がある今後移動体シミュレータを用いた検証を行う必要がある。

謝 辞

本研究はJSPS 科研費 JP20K04965 の助成を受けたものです。

参考文献

- [1] T. Sugiyama, K. Sakakibara, M. Nakamura, T. Inamoto and H. Tamaki, A Mathematical Programming Model for Operational Planning of Autonomous Vehicles in High-Density Areas, SICE Annual Conference 2020, 2020.
- [2] 榊原一紀, 杉山達也, 山碓達己, 中村正樹, 稲元勉, 玉置久, 数理最適化と機械学習に基づく高効率な高密度自動運転車群制御システムの開発, 電気学会システム/分野横断型新システム創成合同研究会, 2020.