

遠隔操縦付き自動運転の効率的な人的リソース割り当ての検討

伊藤大援[†] 中條直也[‡]

[†]愛知工業大学大学院 [‡]愛知工業大学

1 はじめに

近年、自動運転の段階的な社会実装が進められている。しかし、どのような状況においても自動運転が可能なシステムはまだ登場していない。

一方で、ICTを利用した MaaS (Mobility as a Service) の概念が提案されている。自動運転の不完全さを補いながら MaaS を可能にするためには、自動運転車の遠隔監視と遠隔操縦が現実的であると考えられる [1]。

本研究では、図 1 のように多数の自動運転車を遠隔監視して、必要に応じて遠隔操縦のサービスを提供するシステムを想定する。この遠隔監視・操縦者を人的リソースと定義し、その最適数や効率的な割り当て方法を検討・提案する。実環境でこれらを検討することは、資金や人的に困難であるため、コンピュータシミュレーションを用いる。本稿ではその環境構築と初期評価について報告する。



図 1: システム概要図

2 シミュレーション環境

本研究では、交通シミュレータ Aimsun [3] を用いる。本節では、その環境構築方法について述べる。

2.1 交通状況の再現

現実の交通状況を再現するためには、対象地域の道路や交差点、信号制御、交通量の情報が必要である。まず、道路や交差点は OpenStreetMap [2] を基に配置する。次に、信号制御は定周期式で 1 サイクルの信号色パターンとその時間を目測し、設定する。最後に、交通量は対象地域への単位時間当たりの進入車両数と対象地域内での交差点分岐率を目測し、設定する。

2.2 遠隔操縦要求と対処のモデル化

遠隔操縦が要求される場面とその対処に関して検討する。静岡県で行われた 1 拠点から複数都市で走行する自動運転車両の監視・遠隔操縦する実証実験 [4] では、道路上の往来の多さやすれ違い時の車幅の不足を原因として遠隔・手動運転が行われた。この実証実験を参考にあらかじめ道路上に自動運転の継続が不可能となる場所 (以下、遠隔操縦エリア) を道路上に設定し、遠隔操縦エリアでは遠隔操縦するものとする。遠隔操縦は要求順に対処し、割り当てられた人的リソースは対処が完了するまで他の要求を受け取らないこととする。

2.3 遠隔操縦付き自動運転車の作成

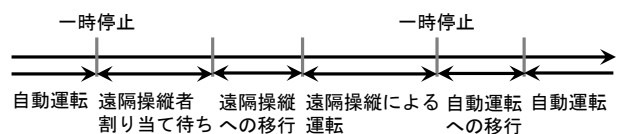


図 2: 遠隔操縦待ちが発生する場合のタイムライン

Aimsun の走行車両モデルを基に、疑似的な自動運転車を定義した。自動運転車には遠隔操縦エリアに入ると、図 2 のように一時停止し、対応が可能な遠隔操縦者を待ち、遠隔操縦に移行し、遠隔要求の原因を回避した後、自動走行に戻る、という振る舞いを Python による機能拡張で追加した。

2.4 評価項目

評価項目として、図 2 の遠隔操縦者割り当て待ちの時間を計測し、基本統計量を出力する機構を作成した。

Examination of Efficient Human Resource Allocation for Autonomous Driving with Remote Control

[†]Daisuke Ito: Graduate School of Aichi Institute of Technology

[‡]Naoya Chujo: Aichi Institute of Technology

3 実験

MaaS の社会実装の具体的な検討として、A 大学と Y 駅間を運行するバスの午前 8 時から午前 9 時までを遠隔操縦付き自動運転にすることを考える。

3.1 概要



図 3: A 大学-Y 駅シミュレーションシナリオ

バスは図 3 のように A 大学の出発地点から片道約 1.6 Km のルートを通り Y 駅に行く、帰りも同ルートを通り、A 大学へ戻る。バスは 4 台で運行している。今回の実験では、自動運転と遠隔操縦の移行時間はそれぞれ 2 秒とし、バスの最高速度は 30 Km/h とした。遠隔操縦者数は 1, 2, 3, 4 人で比較する。遠隔操縦エリアとして道路上の歩行横断者が多い場所、歩車未分離の場所を図 3 のように 2 か所設定し、文献 [5] を参考に、シミュレーションを 10 回実施した。

3.2 結果と考察

シミュレーション結果を図 4 に示す。青棒はバスが出発地点を出発してから同地点に帰ってくるまでの、遠隔操縦者割り当て待ち時間の合計、すなわち遠隔操縦システムを原因とした、運行の平均遅延時間である。また、オレンジ棒は最大遅延時間である。

平均的にみると、遠隔操縦者が 1 人の時は約 75 秒、2 人の時は約 8 秒、3 人の時は約 2 秒、4 人の時は待ち時間が発生せず、遅延は見られなかった。このことから、遠隔操縦者の 1 人から 2 人への増加では効果的に遅延時間を短縮できた。一方、多くの公共交通事業者が 5 分以上の遅延で遅延証明を発行していることを考えると 1 人でも運行できる可能性がある。

今回のシミュレーション環境の課題を以下に述べる。本環境では遠隔操縦エリアをすべて静的に捉えているため、本来より長い遠隔操縦者割り当て待ち時間が出力されていると考えられる。歩行横断者数は本来、動的なパラメータであり、それに合わせ遠隔操縦エリアも動的に出現させるべきである。今後はそのための必要なパラメータやシミュレーションを構築する。

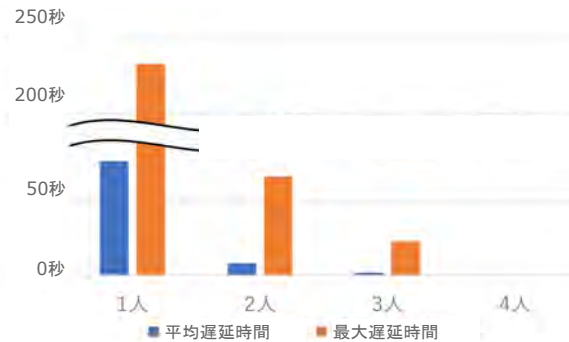


図 4: 遅延時間のシミュレーション結果

4 おわりに

本稿では、遠隔操縦付き自動運転システムにおける、人的リソースに関する検討のためのシミュレーション環境の構築とそれを用いた初期評価について述べた。構築したシミュレーション環境では、静的な遠隔操縦要求に関して、人的リソース割り当ての検討が可能になったことが分かった。

今後は、より現実的なシミュレーション環境のための改善を進めるとともに、効率的な人的リソースの配置や割り当て方法の検討を進める。

謝辞

本研究は、知の拠点あいちの近未来自動技術開発プロジェクト V6 の支援で実施されたものである。

参考文献

- [1] 富岡恒憲, “無人運転に挑む 日本の MaaS”, 日経 Automotive 第 130 号, 日経 BP, pp. 34-57, 2021.
- [2] OpenStreetMap Foundation, “OpenStreetMap”, // <https://www.openstreetmap.org/> (閲覧日 2021/1/7)
- [3] Yunex Traffic, “Aimsun”, <https://www.aimsun.com/> (閲覧日 2021/1/7)
- [4] 静岡県交通基盤部, “【2020 年度】自動運転実証実験の結果について”, <https://www.pref.shizuoka.jp/kensetsu/ke-570/documents/20210329jikkenkekka.pdf> (閲覧日 2021/1/7)
- [5] 岡村寛明・小原誠, “交通シミュレーション活用のススメ”, 一般社団法人 交通工学学会, 第 6 章, pp.117-136, 2012.