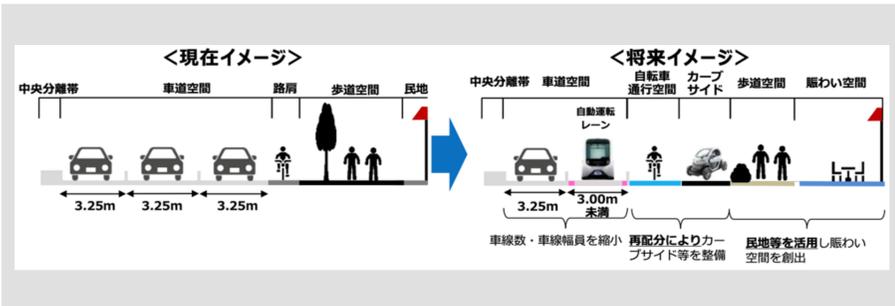


1. 研究背景・研究目的

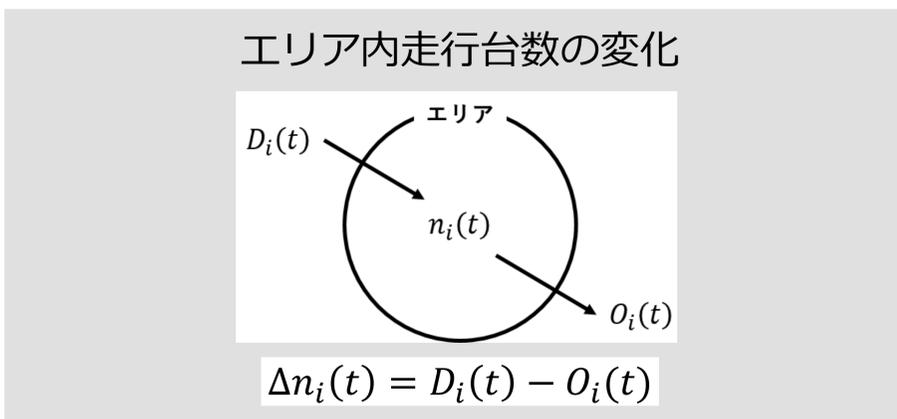
技術革新が進む自動運転技術をこれからの都市づくりに有効に活用できるように、東京都¹⁾は自動運転専用レーンの導入を検討しています。東京都によれば、自動運転専用レーンの導入による道路整備により、空間の創出が期待されています。



本研究は、所与の自動運転車の普及率の下、ネットワークに自動運転専用レーンを配置する際に、どのくらい（量）・どこ（場所）に配置すればよいかを決定および評価するための効率的な手法の構築を目的としています。自動運転専用レーンの配置量が自動運転車の需要量に対して多すぎると、手動運転車の走行可能空間が不足し渋滞が発生します。反対に、少なすぎると、自動運転車が渋滞を引き起こすことが予想されます。そのため、自動運転専用レーンを配置するにあたって、その配置は合理的に決定する必要があります。

2. 配置量最適化

都市を1つのエリアに見立て、エリア内の走行台数の変化は、増加要素としてエリア内で内部発生する需要とエリア外から流入する需要と、減少要素としてエリア内でのトリップ完了率とエリア外へ流出する車両の総和であるといえます。したがって、正味の増加を $D_i(t)$ 、正味の減少を $O_i(t)$ と表せば、エリア内の走行台数の変化は以下のようにモデル化することができます。



総走行距離最大化問題として目的関数を設定し、その解として最適配置量を決定します。総走行距離とは、あるタイムステップにおいて、全車両の走行距離の合計を表す指標であり、この値が大きくなればなるほど、車両は特定のOD間をより円滑に走行できたということを意味します。

総走行距離最大化問題

$$\max_x \sum_{t \in T} (\beta_t^{AV} n_{AV}(t) V_{AV}(t) + \beta_t^{HV} n_{HV}(t) V_{HV}(t))$$

x : 配置量, β_t^i : メタモデルパラメータ
 $n_i(t)$: 時刻 t における i の走行台数
 $V_i(t)$: 時刻 t における i の速度

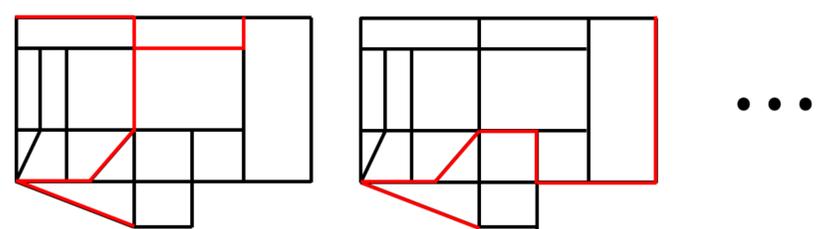
3. 配置場所最適化

ネットワークにおける自動運転専用レーンの実際の配置場所は、遺伝的アルゴリズムという最適化アルゴリズムによって決定します。遺伝的アルゴリズムとは、環境への適応度の高い個体が基になって次世代が生成されるという生物進化を模倣した解探索手法で、理にかなったものです。

さまざまな配置パターンをもつネットワークを個体に見立て、それらに対してシミュレーションを実行し、算出された総走行距離に基づいて次世代の個体を生成します。

本研究では、ネットワークに自動運転専用レーンを配置する際に、配置量最適化で計算した配置量の制約下で配置することで、計算効率の向上を図っています。遺伝的アルゴリズムのみによる配置は莫大な繰り返し計算が必要だということが知られており、大幅な効率化が期待されます。

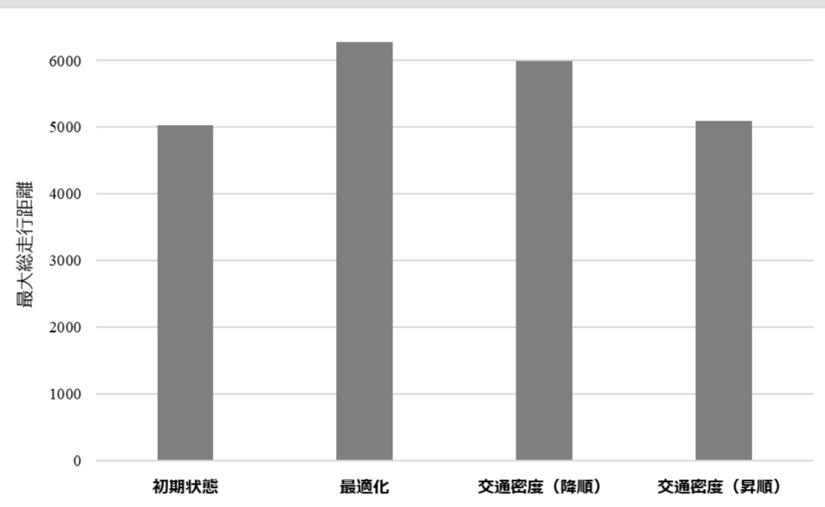
さまざまな配置パターンをもつネットワーク



4. 結果と考察

148のリンクと100のノードからなるSioux Falls Networkを用いてシミュレーションを行いました。本研究の条件下では、この最適化手法によって総走行距離の増加を確認することができました。

手法別の最大走行距離



手法別の最大走行距離を比較すると、本研究の最適化手法を用いた場合、他の手法で自動運転専用レーンを配置したときよりも、最大走行距離が大きくなることを確認することができました。したがって、本手法を用いた自動運転専用レーンの配置は、他の手法と比較することで、妥当性があると結論づけることができます。

考察としては、本研究では10回の繰り返し計算を行いこの結果が得られましたが、同じく遺伝的アルゴリズムを用いたMesbah et al. (2013)²⁾では800回近くも行っているため、条件は違うといえど、より多くの繰り返し計算が必要であるといえます。

参考文献

- 1) 東京都。「自動運転車を見据えた都市づくりの在り方 概要版」。
https://www.metro.tokyo.lg.jp/tosei/hodohappyo/press/2022/03/29/documents/22_01.pdf
- 2) Optimization of Transit Priority in the Transportation Network Using a Genetic Algorithm, IEEE TRANSPORTATION ON INTELLIGENT TRANSPORTATION SYSTEMS, VOL. 12, NO. 3, SEPTEMBER 2011, Mahmoud Mesbah, Majid Sarvi, and Graham Currie