

遺伝的アルゴリズムを用いた 交通渋滞解消のための経路選択手法

大阪工業大学

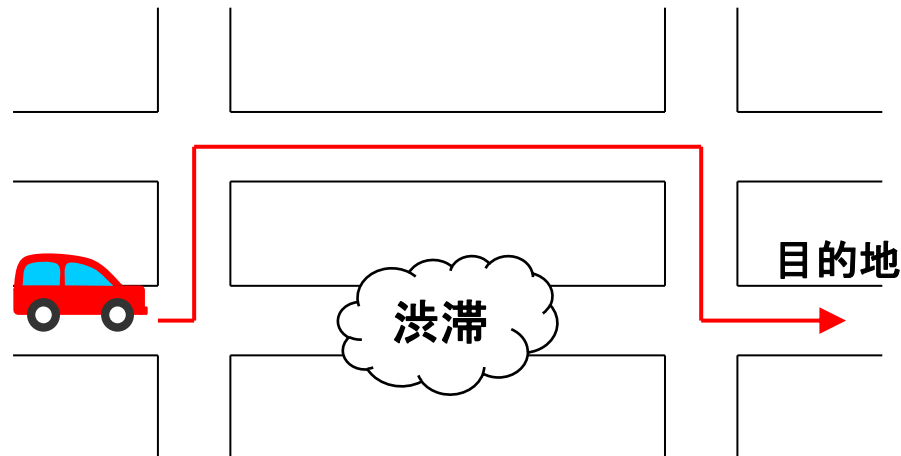
宮川 拓也

重弘 裕二

増田 達也

背景

- 交通渋滞を解消する交通システム
 - VICS(道路交通情報通信システム)
 - 現在の道路状況における適切な経路を車両に提供するシステム
- 交通システムが提示する経路に車両が集中するおそれがある
- 適切に各車両の経路を分散させる必要がある



提案手法

- 多数の車両の経路を一括に決定する交通システム
 - 交通システムが決定することになる経路選択の組合せ総数は莫大になる

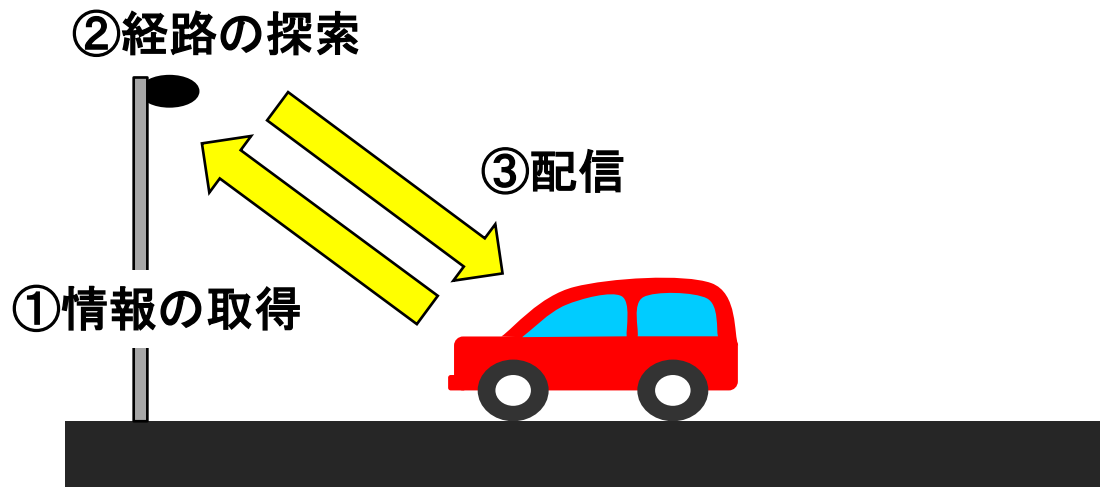


遺伝的アルゴリズム(GA)を用いて最適な経路を探索

- 交通状況に合わせて逐次、経路を探索
 - 交通状況はリアルタイムに変化する

想定する交通システム

- 車両と交通システムとで双方向の通信を行う
 1. 車両の現在地と目的地を取得
 2. 適切な経路の探索
 - 交通シミュレータで車の動きを予測
 - 探索はGAを用いて行う
 3. 車両への配信



交通シミュレータ

- 交通モデル

- 車両1台1台の挙動を取り扱う
- 各車両の速度は車両密度(混雑具合)から決まる

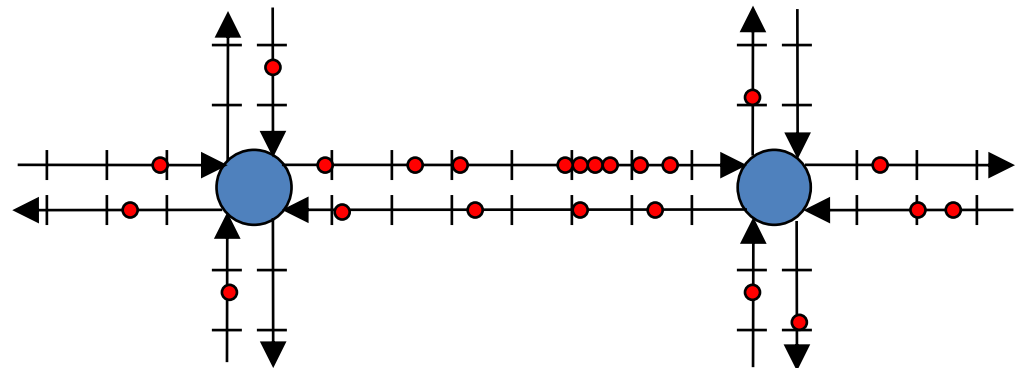
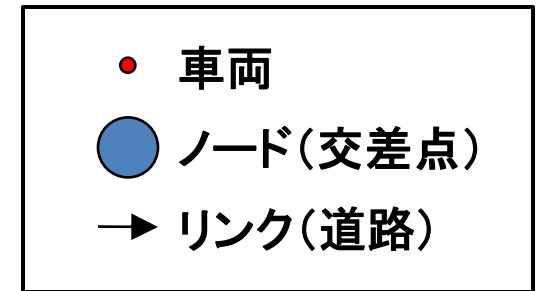
$$\text{速度 } V = \max \left(V_f \left(1 - \frac{k}{k_{jam}} \right), V_{\min} \right)$$

V_f : 自然流速度

V_{\min} : 最小速度

k_{jam} : 飽和密度

k : 車両密度

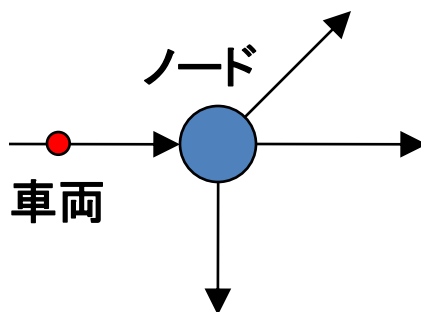


遺伝的アルゴリズム

- 解の表現
 - 解を染色体として表現
- 解の評価
 - 解の良し悪し(適応度)を評価
- 選択
 - 適応度に応じて、次の世代に残す解を選択
- 交叉
 - 選択された解から新たな解を作る
- 突然変異
 - 解の一部をランダムに変化させる

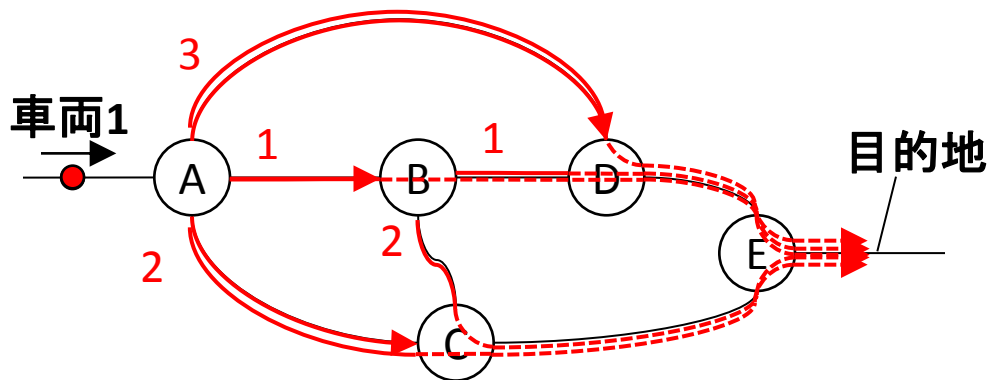
解の表現

- 全走行車両の経路を解とする
- 車両は各ノードにおいて一つのリンクを選択して移動する
- 全てのノードにおける進行方向を遺伝子として、全車両分集めて固定長の染色体とする
 - 進行方向はリンク順位により表現



リンク順位

- 選択したリンクを經由して目的地に至る最短経路を距離の短い順に並べた順位
- 染色体では各車両が各ノードにおいて選択するリンクをリンク順位で表現



以下同様に各ノードにおいてリンクを選択する

		車両			
		1	2	...	n
ノード	A	1			
	B	2			
	C	1			
	D	2			
	E	1			

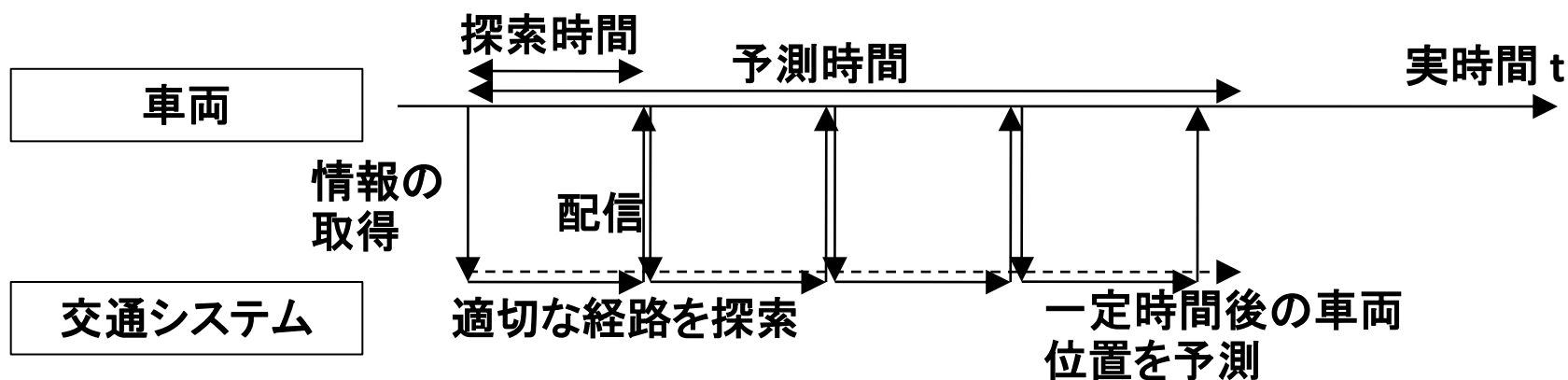
リンク順位

染色体

解の評価

- シミュレータを用いて、各車両の位置情報と経路情報（染色体）から一定時間後の車両位置を予測
- 予測結果から算出した速度の平均によって解を評価

$$\text{速度} V = \frac{\text{予測中の移動距離}}{\text{予測時間}}$$



選択と交叉

- 選択

- 適応度比例戦略を用いる

適応度 $f_i = V_i - \min_k V_k$

各染色体 i の選択確率 $pselect_i = \frac{f_i}{\sum_{k=1}^n f_k}$

- 交叉

- 一様交叉を用いる
- ノード単位で交叉する

	1	2
A	1	1
B	1	1
C	1	1

	1	2
A	1	3
B	2	1
C	2	2



	1	2
A	1	3
B	2	1
C	1	1

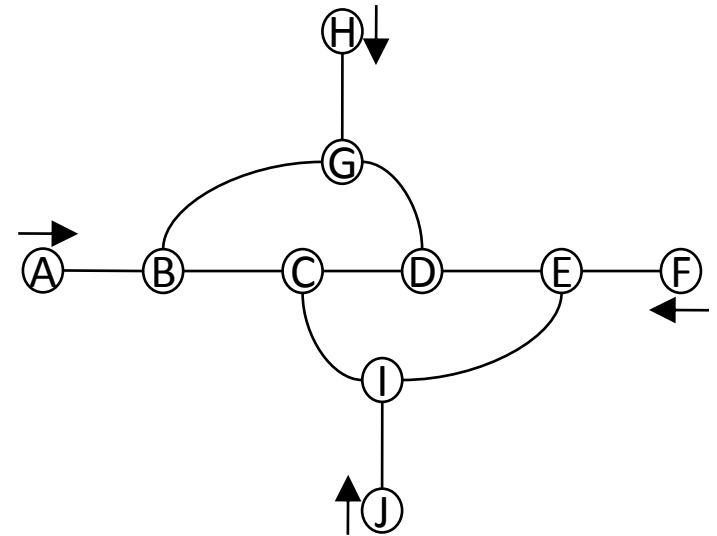
	1	2
A	1	1
B	1	1
C	2	2

計算機実験

- 車両は一定時間毎に定められたノードから出発
- 一定時間毎に出発する車両台数を変えて様々な渋滞状況が発生

自然流速度 V_f	50[km/h]
最小速度 V_{min}	6[km/h]
飽和密度 K_{jam}	144.3[台/km]
個体数	40
世代数	200
探索時間	100[s]
予測時間	300[s]
全車両代数	7,000[台]
一定時間(10[s])毎に出発する車両台数	5,10,15,...,30[台]

実験で用いた道路網

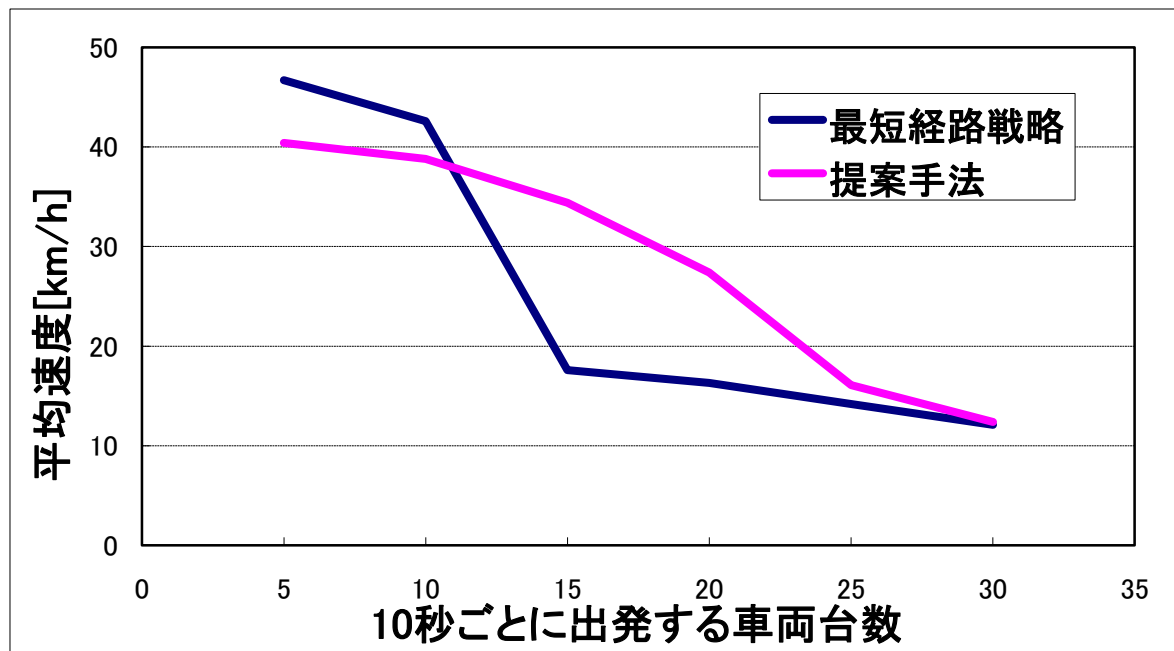


車両はノードA,F,H,Jから出発する

- 全車両が最短経路を走行する戦略(以降最短経路戦略と呼ぶ)と比較

実験結果

- 提案手法は道路が渋滞している状況で効果的



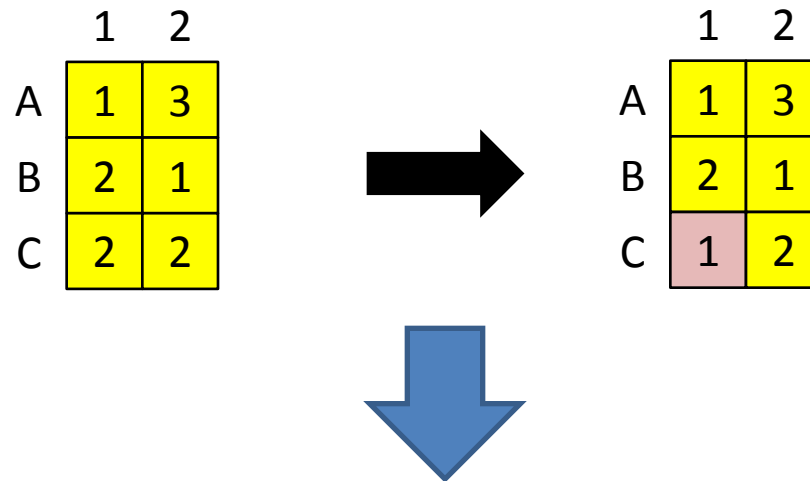
- 渋滞していない状況では探索結果の向上の余地がある



最短経路化という新しい遺伝的操作を導入

最短経路化

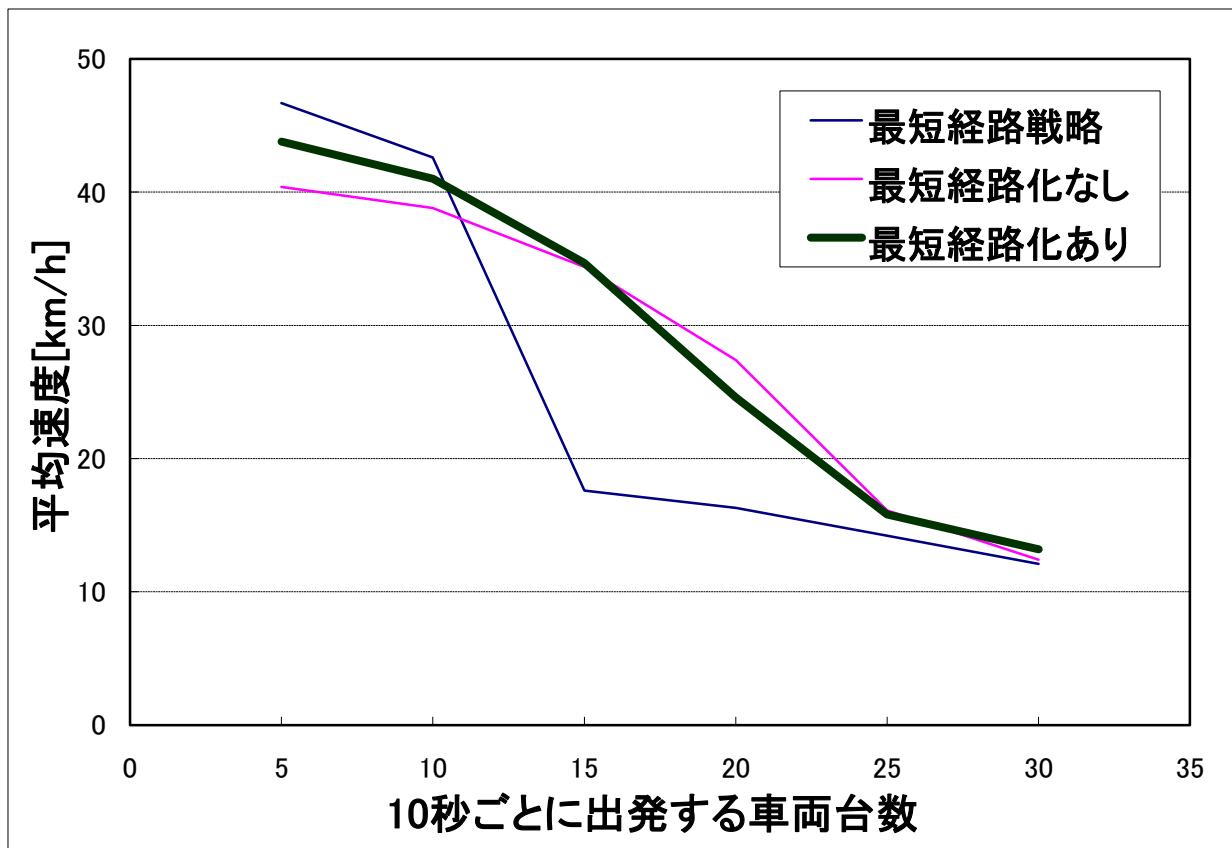
- 最短経路化は車両の経路を最短経路に近づける操作
- 染色体の一部を最も経路が短くなるリンク(リンク順位では1)を選択するように変更



渋滞していない状況において
探索結果の向上が期待できる

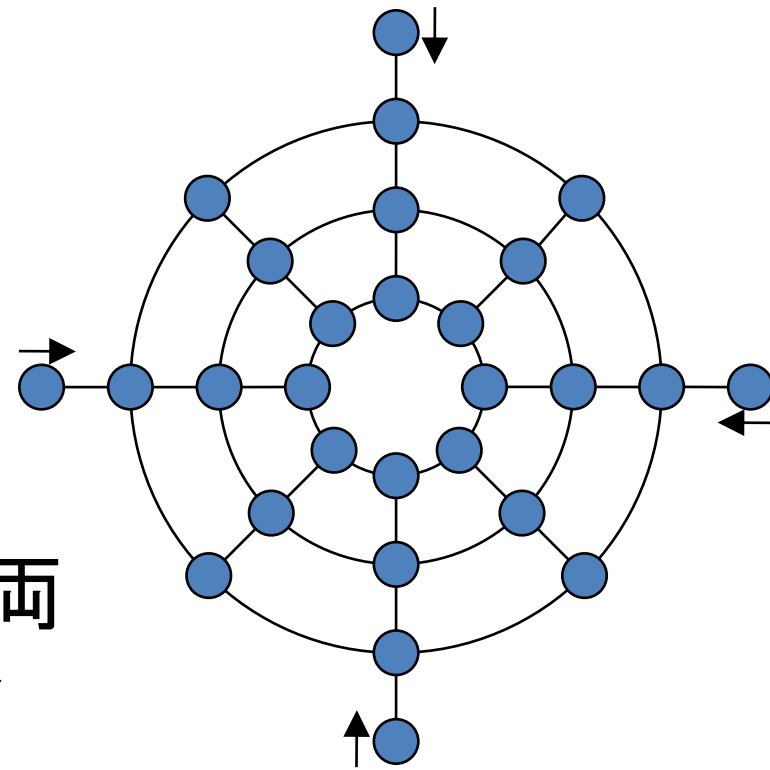
実験結果

- 最短経路化を導入することにより渋滞していない状況での探索結果の向上を確認



環状網を用いた実験

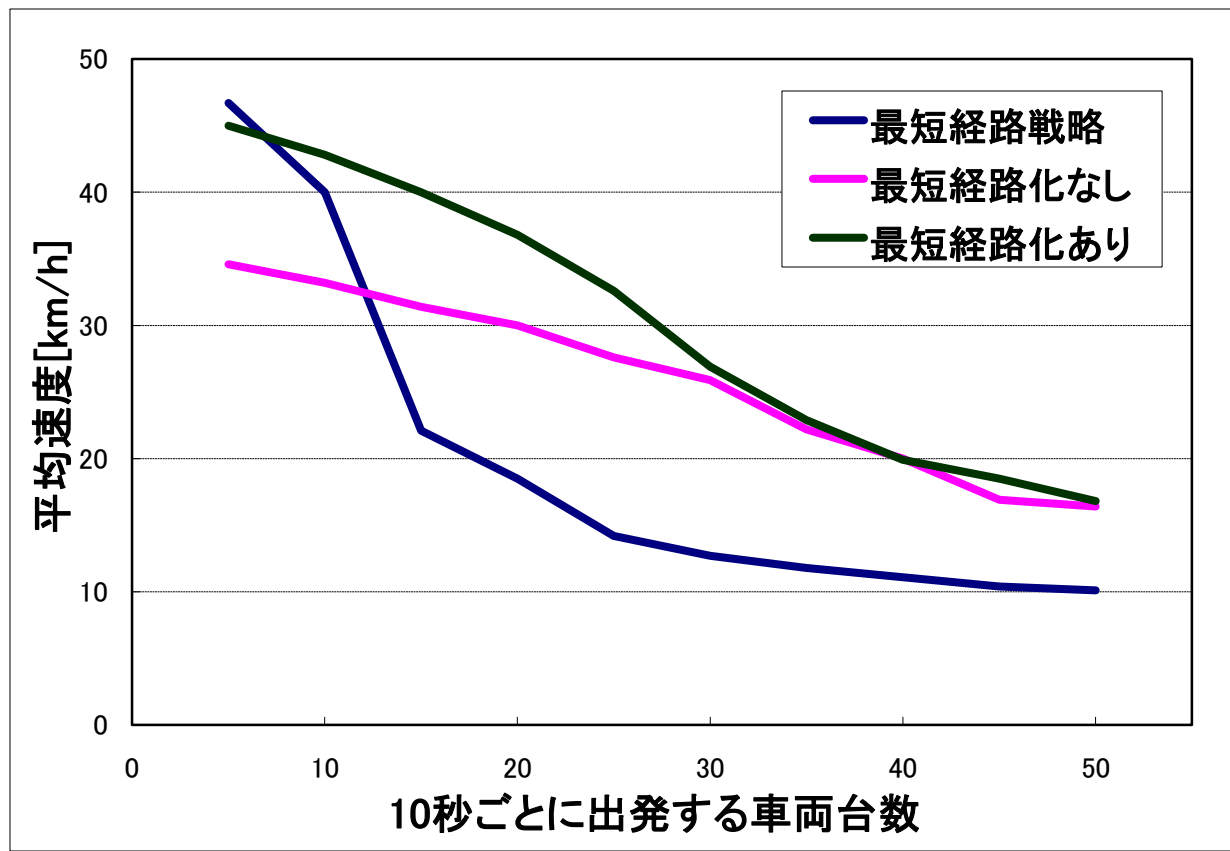
- 環状網で各手法の比較
 - 最短経路戦略
 - GAを用いた経路探索
 - 最短経路化あり
 - 最短経路化なし
- 一定時間毎に出発する車両台数を5台刻みで50台まで変化させて実験



実験で用いた環状網

環状網を用いた実験結果

- 道路網が大きくなっても道路が渋滞している状況において提案手法は効果的
- 最短経路化の効果は顕著である



まとめ

- GAにより経路探索を行い、最短経路化という新しい遺伝的操作を導入した
- 道路が混雑している状況においては、最短経路化の有無にかかわらず効果的である
- 最短経路化を導入することにより、混雑していない状況において探索結果が向上した