

群知能を応用した単車線道路上での車間距離の最適化に関する基礎検討

Basic study on optimization of inter-vehicle distance on a single-lane road using swarm intelligence

○柿沼優太¹, 星野貴弘²Yuta Kakinuma¹, Takahiro Hoshino²

Abstract: There are traffic congestion due to an increase in the number of automobiles owned, as well as congestion due to accidents and construction. To solve this problem, it is necessary to maintain an appropriate distance between vehicle. Using the foraging behavior of ants, which is a type of swarm intelligence, we discuss optimizing the inter-vehicle distance on a single-lane road.

1. はじめに

近年、自動車専用道路では、交通渋滞によって、時間の浪費などの経済的な損失が発生している。交通渋滞の要因として、自動車保有台数の増加による事故や工事によるものが挙げられる。交通渋滞の緩和策として適切な車間距離を維持することが求められる。

自然界における生物の群れの振る舞いなどに見られる群知能の一種に蟻の採餌行動が挙げられる。蟻の採餌行動では、蟻から分泌されるフェロモンを用いることで、蟻は巣と餌間に最短経路の行列を形成する(Fig.1)。先行研究^[1]では二車線自動車専用道路において、上述の蟻の採餌行動にヒントを得た車線選択方法を提案し、その有効性を確認した。

以上の背景から、本研究では先行研究で提案されたフェロモン情報を利用し、単車線道路上での適切な車間距離を維持するための車群制御方法について検討する。

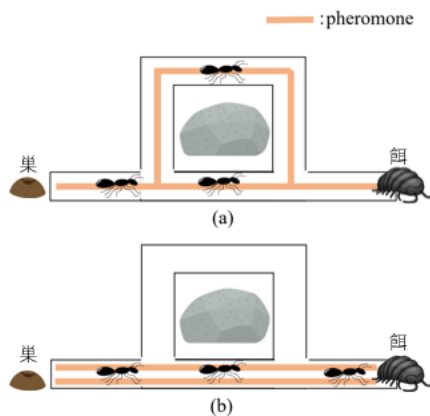


Fig.1 Foraging behavior of ants

2. 速度決定式

本研究では、以下の自車両と前方車両の速度差から次時点の加速度を求める拡張 Bexelius モデル^[2]を用いる。

$$\dot{x}_n(t + \tau) = \sum_{i=1}^3 k_i \{ \dot{x}_{n-i}(t) - \dot{x}_n(t) \} \quad (1)$$

ここで $x_n(t)$ は時刻 t における n 番目の車両の位置 $k_i > 0$ は i 台前方にいる車両に対するドライバーの反応感度、 N は全車両数、 τ は遅れ時間である。拡張 Bexelius モデルは基本的な追従モデルに、加速度決定に用いる速度差として、使用する車両を前方 3 台までの車両に拡張したモデルである。(1)式中の k_i は、反応感度とし自車両と近い車両ほど高い値とする。

3. フェロモン情報

本研究で対象とする車両は、フェロモン情報の通信が可能と仮定する。Ant-trail-model^[3]では、単位時間後のフェロモンの揮発確率を f とすると、単位時間のフェロモン残留率は $(1 - f)$ となり t [s] 経過後は、 $(1 - f)^t$ となる。また、文献[1]では前方車両が走行する速度によって、フェロモン量を変化させていて、前方車両の速度 v とすると、 t [s] 経過後のフェロモン量は $(1 - f)^t / v$ としている。

4. 本発表の内容

本研究では、3章で説明したフェロモン情報を用い、単車線道路上での車間距離の最適化の方法を検討する。このときの道路の条件として、先端と末端が繋がっている円環状の境界条件である周期境界条件を用いる。この条件にすることで、車両台数を一定に保つことが出来るため、理論上の最適車間距離を求めやすくなる。

参考文献

- [1] 野本直弥, 複数車線道路における群知能を応用した車線利用の最適化に関する基礎検討, 日本大学大学院理工学研究科電気工学専攻 修士学位論文 (2021)
- [2] S. Bexelius. An extended model for car-following. Transportation Research, Vol. 2, pp. 13–21, 1968.
- [3] Debashish C, “A cellular automata model of flow in ant trails: non-monotonic variation of speed with density”, J.Phys : A Math, Vol.35, No.41, (2002)