

AGV の動特性を考慮したタスク割付/動作計画アルゴリズムの提案

物流倉庫の自動化や製造ラインのフレキシブル化の進展を背景に，無人搬送車 (Automated Guided Vehicle: AGV) の需要が高まっている．複数台の AGV から構成されるシステムを運用するにあたっては，1. それぞれの AGV がどこで荷物を受け取り，どこへ搬送するかというタスク割り付けの問題，及び 2. 他の AGV との衝突を避けながら，可能な限りタスクを早く完了するための動作計画という，2 つの問題を解決する必要がある．この際，AGV は一定の加減速パターンに基づいて発着を繰り返しているため，上記の 2 点の問題において最適解を求めるためには，このような AGV の動特性を考慮することが重要である．しかしながら，従来研究においては，これまで AGV の動特性を反映しつつ，タスク割付と動作計画を行うアルゴリズムは提案されていない．

そのため，上記のような従来研究の問題点を解決するために，本研究では，AGV の動特性を考慮しつつ，動作計画や搬送等の課題の遂行に要する時間を最小化するような，タスク割付と動作計画を行うアルゴリズムの開発を行なった．具体的には，本研究では，タスク割り付け問題と動作計画の問題の代表的な解法アルゴリズムである Conflict-Based Search with optimal Task Assignment (CBS-TA) [1] をベースとして，AGV の動特性を考慮した課題遂行時間の最小化を行うアルゴリズムを開発した [2]．提案アルゴリズムでは，CBS-TA のフレームワークに基づき複数の探索木を用いて動作計画とタスク割り付けを行うにあたって，図 1 のような図 1 のような AGV の動特性（速度曲線）を仮定し，AGV の動特性を反映したヒューリスティック関数を導入した．またさらに，物資のピックアップのための動作計画，運搬のための動作計画を連続して行うことにより，タスクの割り付けから物資の運搬完了まで，一貫した最適化を行うことを可能にした．

提案手法を計算機上に実装したのちには，有効性を検証するためのシミュレーション実験を行った．実験においては，ランダムに生成された環境下において，AGV の台数を変化させつつ，タスク割付と動作計画の複合問題を解き，動作計画や AGV の移動に掛かる時間等の観点から従来手法と比較を行うことで，提案手法の有効性を検証した．結果としては，図 2 のように，従来手法と比較して，短時間内で複数台 AGV のタスク割り付けと動作計画が可能であることが実装された．今後は AGV の台数を増加させる，より複雑な環境を設定する等をしつつ提案手法のさらなる改善を行っていく予定である．

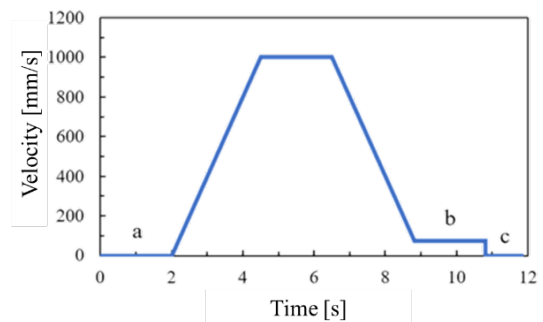


図 1. 仮定した AGV の動特性（速度曲線）．この図からも，AGV の速度が最大，最小に加減速するためには，一定時間を要することが分かる．

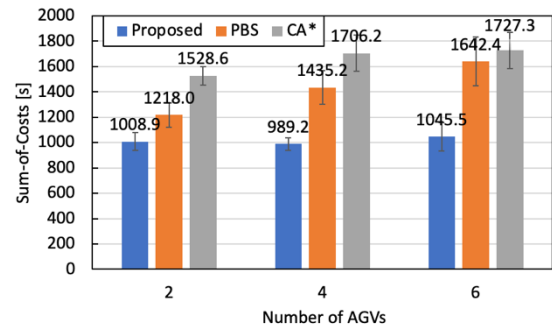


図 2. シミュレーション実験の結果．横軸は AGV の台数を表し，縦軸は動作計画の計算時間と AGV の総移動時間の和を示している．

Keywords: Automated Guided Vehicle, Path Planning, Task Assignment, Agent's Dynamics

References

- [1] Hönig, W., Kiesel, S., Tinka, A., Durham, J.W., Ayanian, N.: Conflict-Based Search with Optimal Task Assignment. In Proceedings of the 17th International Conference on Autonomous Agents and Multi-Agent Systems (AAMAS). *International Foundation for Autonomous Agents and Multiagent Systems*, 757765 (2018).
- [2] 清水 智壯, 服部 智弥, 種田 光佑, 後藤 歩, 太田 順. (2022). 複数 AGV の動特性を考慮した CBS-TA ベースのタスク割り付け・動作計画アルゴリズム. 第 40 回日本ロボット学会学術講演会予稿集, RSJ2022AC2I2-08, (pp. 1-4), 東京, 2022 年 9 月 5 日～9 日.