

組合せ最適化手法を用いた AGV 群運用計画最適化システム"BLACK STONE BRAIN"の開発

—AGV を用いた無人搬送システムの効率向上—

1. 背景

技術革新や労働力不足の影響により、産業界において自動化技術の積極的な導入が進められている。特に、製造業や物流業においては、産業用ロボットや無人搬送車 (AGV) の導入が効率化やコスト削減を実現している。ロボットや AGV といった自律エージェントが作業主体である環境は、状態が観察可能・決定論的・静的という特徴があり、組合せ最適化手法にとって好ましい条件を備えている。当該手法をそれら機器運用に適用することで、作業効率の大幅な向上が期待される。しかしながら、現状では製造・物流業におけるロボット等の運用効率の最適化は十分に成されておらず、さらなる効率化が求められている。

2. 目的

従来の AGV 運行システムには以下のような課題があると指摘されている。

① AGV 到着待ちの発生

- AGV の場当たりの衝突回避や渋滞により到着時間の予想ができない。したがって、到着待ちの時間が発生する。

② AGV の最大速度が出せない

- 常に予想外の衝突を想定しいつでも緊急停止ができるよう徐行運転する必要があり、機体の限界速度よりも遅い速度に制限した状態で運用しなければならない。

③ スケーラビリティの乏しさ

- 多数台の AGV が運行すると渋滞が発生する。大量・多品種の部品を扱う製造現場の大規模化ニーズに対応できない。

従来の AGV 運行システムの問題点は、AGV の経路探索を行うときに他の AGV の経路を全く考慮しないことに起因する。複数の AGV が同時に運行する環境下で他の AGV の経路を考慮したうえで、経路探索を行うことで上記の課題を解決する。

3. 製品・サービスの内容

全ての AGV の状態を利用して経路探索を行う「BLACK STONE BRAIN」という群ロボット最適管理システムを開発し下記の課題をすべて解決した。また、生産スケジュールまで含めて最適化を行いさらには従来エリア分けされていた工場全体を最適化することでより全体最適に近づけることに成功した。(図 1・図 2)

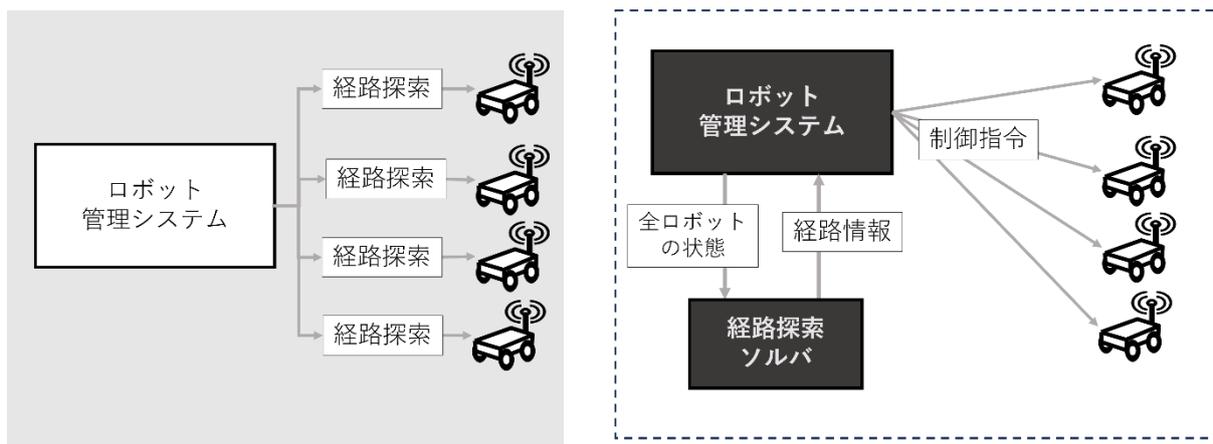
<従来の AGV 運用システムにおける課題に対するアドバンテージ>

① AGV 到着待ちの発生

- (従来システム)AGV の場当たりの衝突回避や渋滞により到着時間の予想が

できないため、到着待ちの時間が発生する。

- (本システム) 時間最適な経路を衝突なく追従するため搬送遅延が最小化される。
- ② AGV の最大速度が出せない
- (従来システム) 常に予想外の衝突を想定しいつでも緊急停止ができるよう徐行運転する必要があり、機体の限界速度よりも遅い速度に制限した状態で運用しなければならない。
 - (本システム) 全ての AGV の将来的な位置を正確に捉えられるため安全に最大速度で走行可能
- ③ スケーラビリティの乏しさ
- (従来システム) 多数台の AGV が運行すると渋滞が発生する。大量・多品種の部品を扱う製造現場の大規模化ニーズに対応できない。
 - (本システム) 完全性を保証する探索手法を用いることで理論上デッドロックが起きない/マップ毎のルール策定不要。
 - (本システム) 群ロボット全体の状態を管理するため輻輳しない。



既存システムは個別に経路探索

提案システムは全ロボットの状態を用いて探索

図 1 群ロボット最適管理システムの優位性

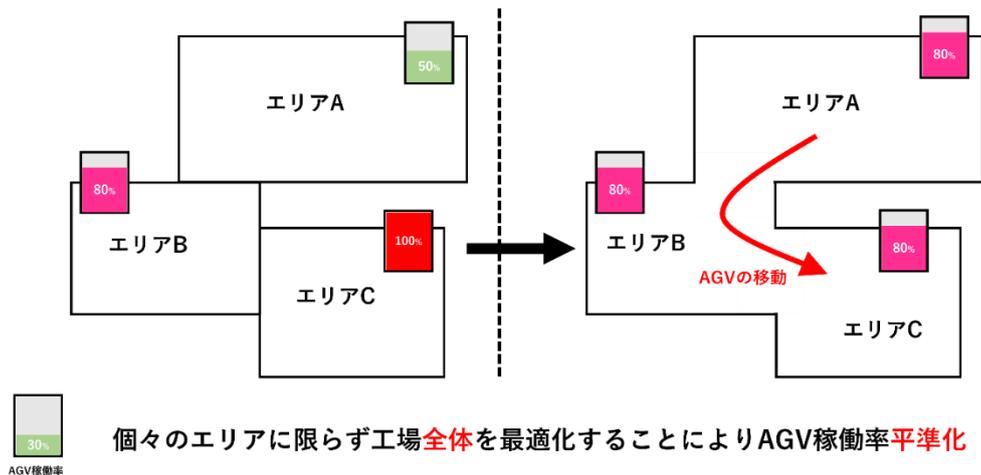


図 2 群ロボット最適管理システムによる稼働率の平準化

4. 新規性・優位性

本システムの特徴は図 3 に示すように生産計画から作業スケジュール・経路計画までを一貫してスケジューリングすることで、ロボット動作とピック作業を同時にスケジューリングし MAPF による経路計画の最適化だけではないピッキング作業全体の最適化を行うことである。自動車工場など作業スケジュールが非常にタイトな生産現場における要求水準を満たすためには、作業スケジュールまで最適化の範囲とすることによって、作業の待ち時間を僅少に抑えなければならない。ロボット動作とピック作業の同時スケジューリングにより、タイトな生産計画に耐える運用が可能となる。

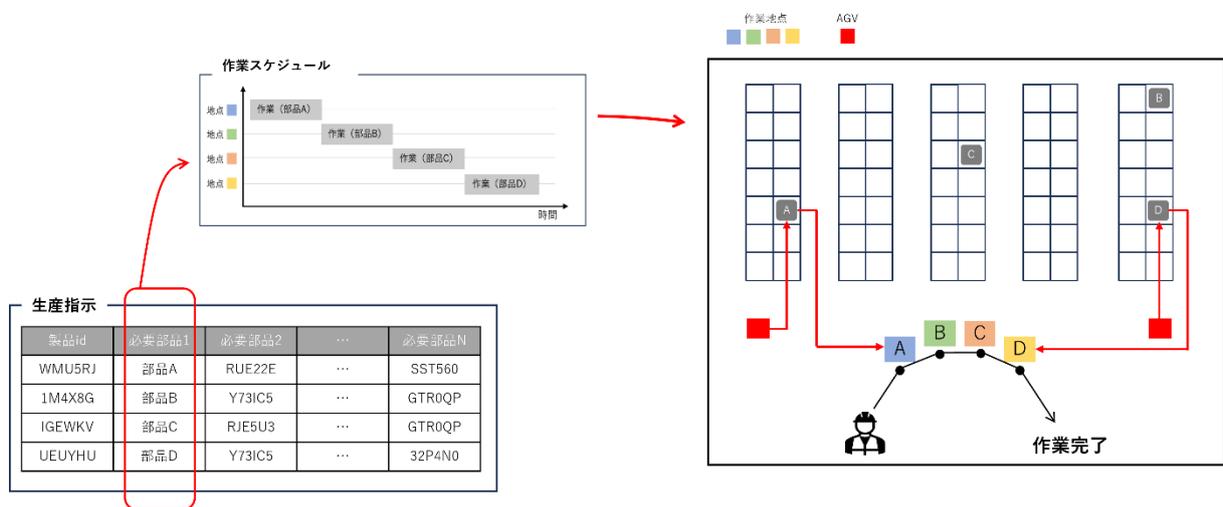


図 3 群ロボット最適管理システムの計算フロー

5. 事業普及（または活用）の見通し

本プロジェクト期間中に、工場現場における本システムの適用可能性・有益性を PoC という形で連携先企業と実施した。従来のシステムよりも約 1/7 程度に作業時間を短縮できることが分かり、本システムによる作業効率化が確かめられた。今後は実際のロボットへの本システムの適用を進める。

6. 期待される波及効果

AGV 市場は足元で 4000 億円程度の規模であるが、23%の年平均成長率で拡大し 2026 年には 1 兆円近くまで成長すると見込まれている。本システムはまずは AGV 市場を対象としていくが、タイトなスケジューリング環境にも耐用可能・スケーラビリティが高いという特性が活かせる月産台数:多・パーツ数:多である幅広い市場をターゲットに見込むことも可能であると考えている。

7. イノベータ名 (所属)

井上 亮太郎(東京大学大学院総合文化研究科広域科学専攻広域システム科学系)

山崎 泰貴(TRUST SMITH 株式会社)

高田 悠太(非公開)

大澤 琢真(TRUST SMITH 株式会社)