

交通管理システムを適用した自動走行技術の F/S

(株)熊谷組 正会員 ○飛鳥馬 翼
(株)熊谷組 正会員 畑本 浩伸
(株)熊谷組 正会員 北原 成郎

1. はじめに

建設業界では他産業と比較して高齢化率が高く、建設機械オペレータを始めとする建設業の担い手不足が深刻化している。さらに、令和6年度から建設業の時間外労働の上限規制が適用開始されるため、生産性向上や働き方改革を実現することが喫緊の課題である。

近年の COVID-19 を契機に建設業においても DX(Digital Transformation)が推進され、熟練技能をデジタル化することにより担い手不足の解消が期待されている。特に多方面で建設施工の自動化が進められている。一方で、これらの新技術に対しては、安全や開発面での統一的な基準が無く、現場毎の安全対応、システム毎の開発となっており、より効率的な開発および普及環境の整備が必要である。こういったことから、国土交通省では自動化・自律化・遠隔化技術について、開発および普及を加速化させ、建設現場の抜本的な生産性向上と働き方改革の実現を目的に、「建設機械施工の自動化・自律化協議会」を令和4年3月に設立した。

建設施工の自動化の現場導入が本格化していく中、生産性向上を目的とし、筆者らも不整地運搬車の自動走行技術に関する開発を継続して実施している。

本報文では人間社会の交通システムのように不整地運搬車を交通管理する制御手法を提案する。

2. 既往研究

これまでに筆者らは、自動走行式不整地運搬車を運行管理する AI 制御システムを提案してきた⁽¹⁾。特長として自動走行システムと AI 制御システムがそれぞれ独立のシステムとして動作することが挙げられる。そのため、「AI 自動走行」システムとしてパッケージ化されることがなく、自動走行式建設機械であれば不整地運搬車に限らず AI によって運行管理が可能である。また、それぞれのシステムの安全監視を利用できるので、万が一片方の安全監視に不具合が発生してしまった場合でも、もう一方の安全監視で確実に車両を停止させることが可能である。

当該研究の制御手法は AI が運行計画を生成することを基幹としている。走行経路は単純な一方通行ではなく、対面通行もあれば片側交互通行も存在する。そのため、無人搬送車(AGV=Automated Guided Vehicle)の経路計画で用いられる手法⁽²⁾を応用し、すべての走行経路と車両位置を AI が解析することにより組合せ最適化を実装している。AI が走行経路を分析することによって、作業目標に対して時間的なトータルコストが最小となる効率的な運行計画パターンを生成し、かつ車両同士の位置情報を把握し衝突しないように安全な運行を制御する。

しかしながら、当該手法は走行経路と車両位置の組合せによる計算のため、走行経路の複雑化や車両台数の増加によって計算量が膨大になるという課題がある。実施工においては、計算に時間を要するとその間車両が動かないため、歩掛に影響する。あらかじめ AI に計算させておいてから施工に臨んでも良いが、施工途中の段取り替え等で走行経路が変更になった際に再計算となるため、新たな走行経路次第で計算に時間を要する。そのため、走行経路や車両台数に依存しない制御手法が必要である。

3. 提案手法

人間が信号機や道路標識を見て、認識して判断する交通システムのように、車両が仮想的な信号機や道路標

キーワード 無人化施工, 自動走行, 交通管理システム
連絡先 〒162-8557 東京都新宿区津久戸町 2-1
(株)熊谷組 土木事業本部 TEL03-3235-8653

識等を認識して判断をする手法を提案する．本手法は実際の車両位置に基づいた仮想フィールド上で制御される．仮想フィールドをグリッドで離散化し，グリッド内に属性や走行指示等の情報を格納する．フィールド上を走行する車両は，グリッド内の情報を読み取り，車両自身が判断し走行する．例えば，グリッド内に信号機を格納すれば進行・停止の判断となり，速度指示を格納すれば速度制御が可能になる．

具体的な制御手法としては，交通管理サーバがグリッド内で予約表によって車両を管理している．個々の車両が進行したいグリッドに対し，交通管理サーバへグリッド情報の問合せを行う．交通管理サーバでは問合せのタイムスタンプにより，先着順に予約表を更新する．予約表の先頭にある車両がグリッド内を占有して進行が可能である．交通管理サーバは予約表を各車両へ配信し，各車両はその予約表を確認し，車両自身が進行・停止の判断をする．先頭車両の進行が完了すると，安全上の距離を考慮し予約表が更新され，次の車両が進行可能となる．(図1)

従来の制御手法はAIサーバが主体となり，各車両を集中管理していたが，本手法は車両が主体となり，交通管理サーバに問合せを行うことで走行可否を決定する．交通管理サーバから個々に指令を出さないことから，サーバの計算時間を減らし，分散処理を可能にしている．この点において，従来手法より計算の高速化を実現している．

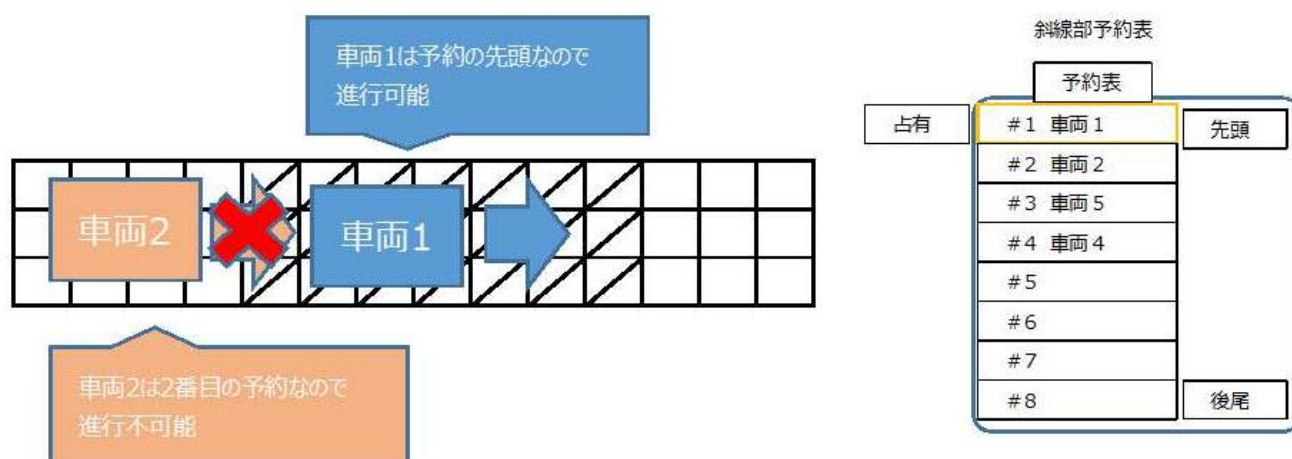


図1 予約表概念図

4. 動作試験および今後の展望

提案手法について当社技術研究所の実験フィールドにて不整地運搬車2台で動作試験をしたところ，問題無く動作したことを確認した．

今後は従来手法との比較や実施工においての実証実験を実施していく所存である．

謝辞：本手法の構築に関わった(株)ファテック，(同)エコボットに深くお礼申し上げます．

参考文献

- (1) 飛鳥馬翼，北原成郎，畑本浩伸，“AI制御による不整地運搬車の自動走行技術に関する研究－AIによる運行管理システムの評価－”，第20回建設ロボットシンポジウム論文集，2022．
- (2) Zheng Zhang, Peijiang Yuan, “Conflict-free Route Planning of Automated Guided Vehicles Based on Conflict Classification”, 2017 IEEE International Conference on SMC, 2017



図2 動作試験状況(仮想フィールド)