

複数AMRの衝突を考慮した施設レイアウト最適化のための評価値算出の高速化

Faster calculation of evaluation values for facility layout optimization considering multiple AMR collisions

○望月 洋彰, 杉山俊一郎, 奥田裕之, 鈴木達也 (名古屋大)

Hiroaki Mochizuki, Shunichiro Sugiyama, Hiroyuki Okuda, Tatsuya Suzuki (Nagoya Univ.)

複数の自律移動ロボット(AMR)が活動する工場の施設レイアウトの最適化問題に対し, レイアウト評価基準として, AMRの移動経路の長さを用いることを検討している。従来の経路計画アルゴリズムによるコスト算出に代わり, 計算時間短縮を目的として CNNとA*アルゴリズムを組み合わせた近似コスト予測モデルを提案し, 従来手法と計算時間及び予測誤差について比較する。

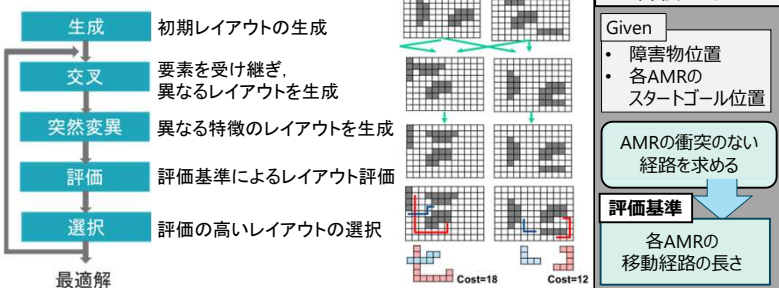
研究背景



最適なレイアウトを選択することで工場全体のパフォーマンス最大化につながる

レイアウト最適化アルゴリズム

◆遺伝的アルゴリズム



課題・研究目的

◆従来の評価値算出法



課題

厳密な最適解を求めようとすると計算時間がかりすぎる

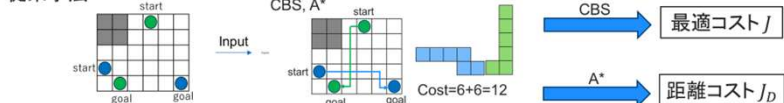
研究目的

CNNによる近似コスト予測モデルを構築し計算時間短縮を目指す

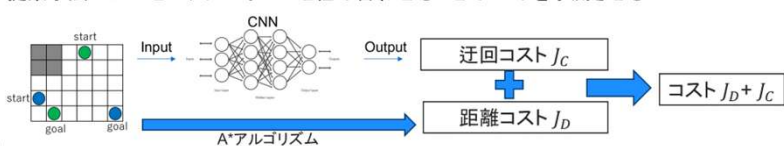
提案手法

- 最適コスト J : AMR同士の衝突を回避した経路長和の最小値
- 距離コスト J_D : 衝突を考慮せずに各AMRが最短経路で移動したときの経路長和
- 迂回コスト J_C : $(J - J_D)$ として生じる, 迂回や衝突回避によるコスト増加

従来手法

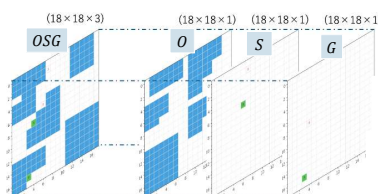


提案手法 CNNとA*アルゴリズムと組み合わせることでコストを予測させる

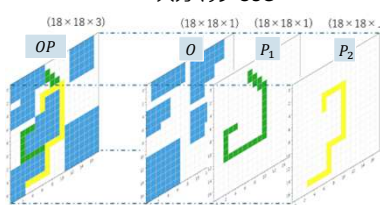


入力マップ

仮説: 学習の補助となる経路情報を入力マップに加えることで予測精度が向上する



入力マップ OSG



入力マップ OP

$$O(i, j) = \begin{cases} 1 & \text{障害物がある場合} \\ 0 & \text{障害物がない場合} \end{cases}$$

$$S(i, j) = \begin{cases} 1 & \text{各AMRのスタート位置} \\ 0 & \text{それ以外の位置} \end{cases}$$

$$G(i, j) = \begin{cases} 1 & \text{各AMRのゴール位置} \\ 0 & \text{それ以外の位置} \end{cases}$$

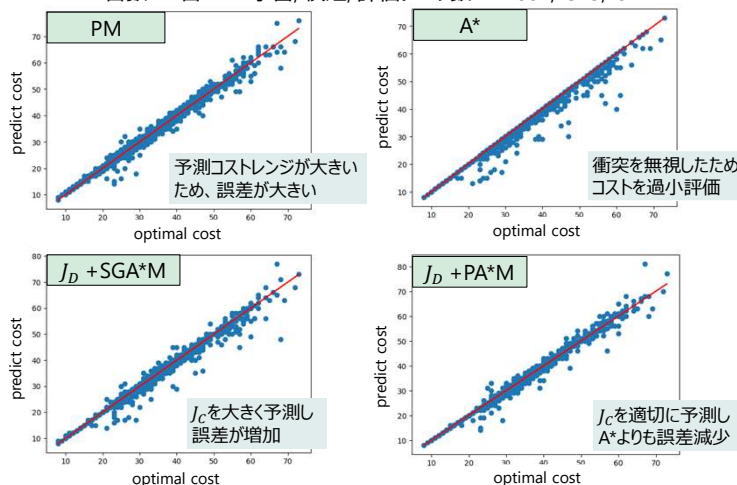
$$P_k(i, j) = \begin{cases} 1 & \text{AMR } k \text{ のA*経路の位置} \\ 0 & \text{それ以外の位置} \end{cases}$$

提案手法のモデル入出力

名称	入力マップ	出力
PM	OP	J
SGA*M	OSG	J_C
PA*M	OP	J_C

評価

AMR台数: 2台 学習, 検証, 評価データ数: 22887, 2543, 1922



	平均誤差	合計計算時間(s)
CBS(baseline)	0	3.093
A*	0.41	0.015
PM	0.89	0.605
$J_D + SGA*M$	0.44	0.495
$J_D + PA*M$	0.31	0.495

➢ CBSよりも計算時間短縮

CBS: 3.093(s) 高速化 $J_D + PA*M$: 0.495(s)

➢ CNNやA*のみのモデルより平均誤差減少

PM: 0.89
A*: 0.41
 $J_D + SGA*M$: 0.44 精度向上 $J_D + PA*M$: 0.31

➢ 経路情報を加えることで平均誤差減少

J_C の予測には過大・過小のばらつきが見られ精度に課題が残る

予測誤差の考察

OPには時系列情報が含まれていないAMR台数が少なく, 学習段階で衝突が少ない

今後の課題

- AMR台数を増やした時の予測精度への影響
- さらなる予測精度向上に寄与する入力マップの作成

[1]Guri Sharon , Roni Stern , Ariel Felner , and Nathan R. Sturtevant , "Conflict-based search for optimal multi-agent pathfinding," Artificial Intelligence 319, pp. 40-46, 2015