

自動運転における駐車位置決定手法の一検討

株式会社デンソーアイティラボラトリ 新原 竜馬

開発における問題点

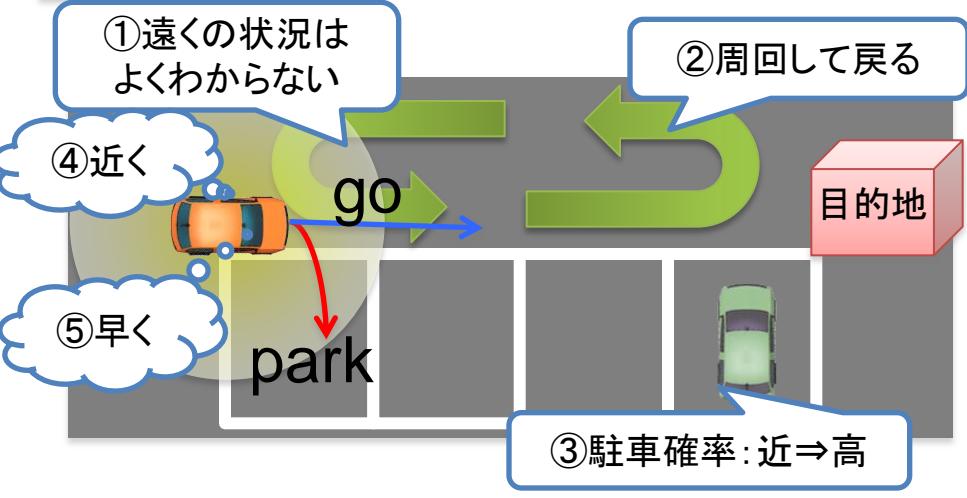
駐車場での自動運転において、駐車位置を指定すれば、経路計画、軌跡追従制御、歩行者検出の既存技術を用いて自動駐車が可能である。しかしながら、どの駐車位置に駐車すればよいか？を車両が自動で判断する意思決定に関する問題は、最先端の研究でも議論されていない。

手法・ツールの適用による解決

駐車場での駐車位置決定を、MDP(マルコフ決定過程), POMDP(部分観測的マルコフ決定過程)としてモデル化し、それぞれ2つのツール(PRISM, Perseus)を用いて最適な方策を得る。さらに、それらのモデル化、及びツールに関する評価を行った。

問題の定式化

駐車場の特徴



特徴をMDP, POMDPによりモデル化

MDP

駐車スペース	P4	P3	P2	P1
距離	4	3	2	1
$P_{\text{park=full}}$	0	0.25	0.5	0.75
R_{park}	8	6	4	2
R_{go}	1	1	1	4
方策	空車 go	park	park	park
駐車中	go	go	go	go

POMDP

行動モデル

$$p(s'|s, go) = p(s)p(s')$$

$$p(s) = \prod_{i=1}^n p_i$$

$$p_i = \begin{cases} p_{\text{distance}, \text{park}(i) = \text{empty}} \\ p_{\text{distance}, \text{park}(i) = \text{full}} \end{cases}$$

$$p(s'|s, \text{park}) = \begin{cases} 1.0, s(i) = \text{empty} \\ 0.0, s(i) = \text{full} \end{cases}$$

観測モデル

$$p(o_i|s_i) = \prod_{j=1}^n p_j$$

$$\begin{cases} p_j = e^{-\alpha_{\text{distance}} + (i-x_j) \epsilon_{\text{distance}}} \cdot \text{if } o_j \neq s_j \\ p_j = 1 - \{e^{-\alpha_{\text{distance}} + (i-x_j) \epsilon_{\text{distance}}}\} \cdot \text{if } o_j = s_j \end{cases}$$

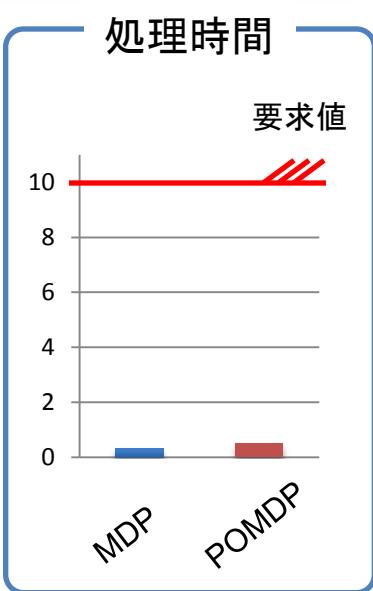
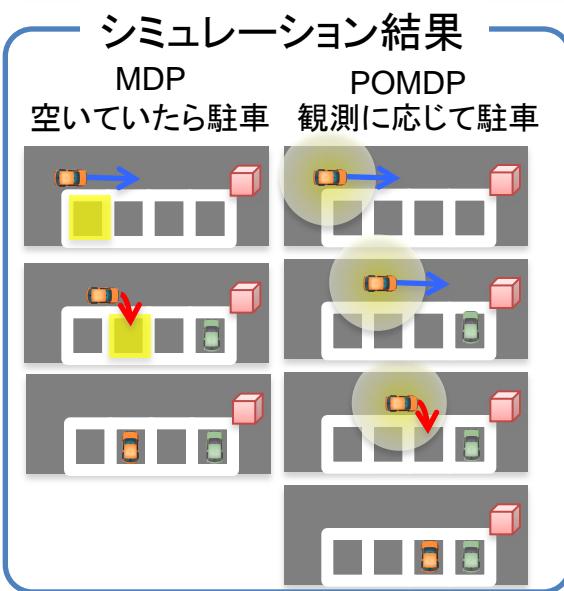
報酬モデル

$$R(s, \text{park}) = \begin{cases} r(R, (n-x_j)^2), \text{park}(x_j) = \text{empty} \\ R_{\text{cost}, \text{park}(x_j) = \text{full}} \end{cases}$$

$$R(s, go) = \begin{cases} -1, x_j \neq 1 \\ -n, x_j = 1 \end{cases}$$

モデル化の評価

定性評価: シミュレーション上で挙動確認完了
定量評価: 要求処理時間内で計算見積もり問題なし



ツールの評価と課題

PRISM, Perseusの評価

	PRISM (MDP)	Perseus (POMDP)
行動モデル	○	○
観測モデル	×	○
PCTL式	○	×

性質記述可能 (PRISM), センシングの不確実性 (Perseus)

課題 POMDPで性質を扱えるモデル, ツールの開発

