

安全運転装備車両の周辺車両認識をシミュレートするモデルの検討

阿倉 佑樹¹ 廣森 聡仁¹ 山口 弘純¹ 東野 輝夫¹ 西村 友佑² 諏訪 晃² 湯本 洵² 長村 吉富²
竹嶋 進² 高井 峰生³

概要：近年，LiDAR やカメラを搭載し物体認識技術を用いて周辺車両の認識を行い運転支援を行う安全運転装備車両が増加しており，一層の普及と性能向上が期待される．多数の車両がそのような機能を有する場合の事故割合の軽減などを評価したい場合には交通シミュレーションを行うことが妥当であるものの，大規模シナリオにおいて各車両が行う周辺車両認識をセンサーレベルでシミュレートすることは現実的でない．本研究では，安全運転装備車両の周辺車両の認識を軽量にシミュレートするモデルについて検討する．

1. モデルの概要

周辺車両認識のためのシミュレーションモデルについて述べる．本モデルは高速化のため，センシング対象の車両や建物を2次元空間の矩形として扱い，水平方向に360度の視野角を持つLiDARの視野角において，対象車両をとらえている視野角（占有角）が一定以上ある場合にその物体が認識されるとするモデルを採用する．同モデルにおける車両認識判定は以下の通りである．はじめに，LiDARを搭載した車両（センシング車両）から一定のセンシング範囲にある周辺車両および建物を列挙する（図1①）．この際，周辺車両および建物はそれぞれの角の中で最もLiDARに近い点を代表点として，LiDARとの各代表点との距離が近い順で周辺車両および建物を記憶しておく．次に，それら周辺車両および建物に対し，センシング車両から近い順でその周辺車両がLiDARの視野角に占める占有角を求める（図1②）．車両は矩形であるという前提から，占有角はその四隅の点に対して生成される．0時の方向を起点とした時計回りの角において，センシング車両とその周辺車両間に他の車両がなければ，最小のなす角 α と最大のなす角 β との差分がその車両による占有角である．センシング車両との間に他車両が存在する場合はそれにより占有角が遮蔽される（図1③）．そのため，遮蔽を考慮し計算

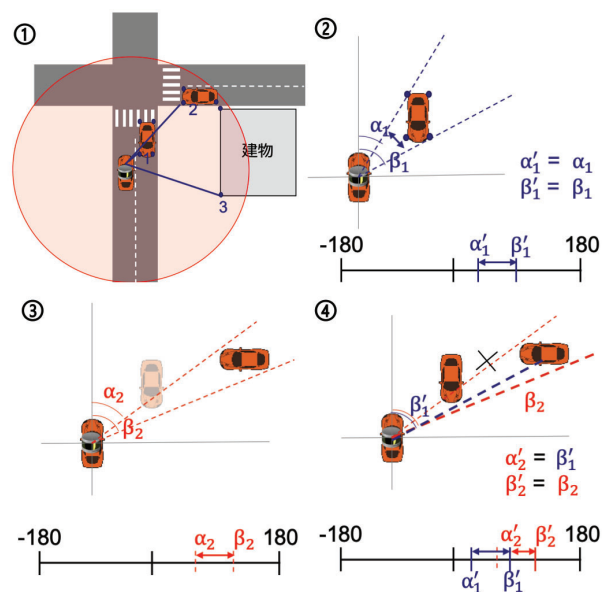


図1 提案する周辺車両認識判定モデル

して導出された最小のなす角 α' と最大のなす角 β' との差分の和がその車両による占有角である（図1④）． n 番目にLiDARに近い周辺車両および建物の遮蔽を考慮した占有角を (α'_n, β'_n) ， $n-1$ 番目までの車両および建物の遮蔽を考慮しない場合における占有角を (α_n, β_n) とすると， $(\alpha'_n, \beta'_n) = (\alpha_n, \beta_n) - \{(\alpha'_1, \beta'_1) \cup (\alpha'_2, \beta'_2) \cup \dots \cup (\alpha'_{n-1}, \beta'_{n-1})\} \cap (\alpha_n, \beta_n)$ と表すことができる．特に，1から m 番目までの周辺車両および建物による遮蔽を考慮した n 番目の周辺車両および建物の占有角を $(\alpha'_n, \beta'_n)_m$ とすると，図2のようにその遮蔽（オクルージョン）パターンを分類し，計算することで (α'_n, β'_n) を求めることができる．

¹ 大阪大学大学院情報科学研究科
Graduate School of Information Science & Technology, Osaka University

² 住友電気工業 (株)
Sumitomo Electric Industries, LTD.

³ カリフォルニア大学 ロサンゼルス校
University of California, Los Angeles

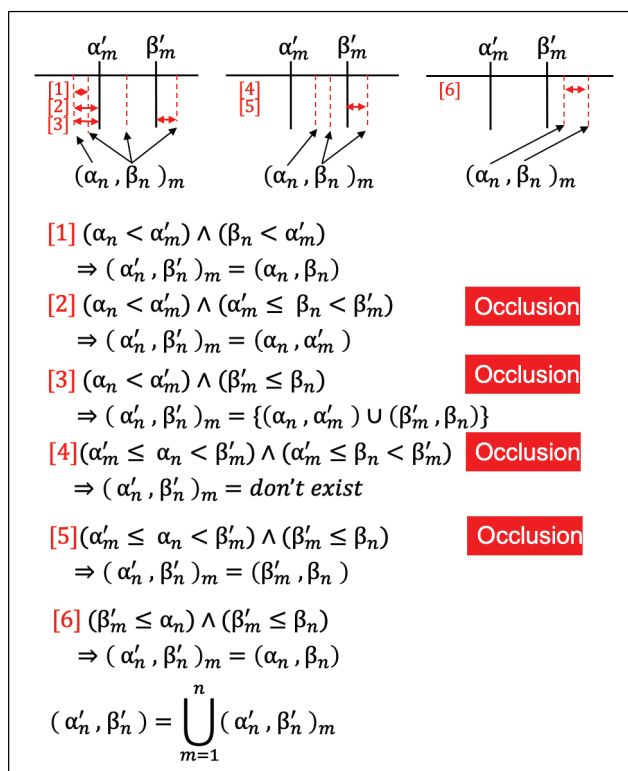


図2 オクルージョンパターン別計算

ホスト/ゲスト OS	macOS Mojave 10.14.6/CentOS7
CPU	Intel Corei7-7920HQ 3.10GHz
ホスト/ゲストメモリ	16GB/4GB
プロファイラ	gprof

最後に、認識可能占有角の閾値を θ とした時、 $(\alpha'_n, \beta'_n) \geq \theta$ であれば、 n 番目の車両は認識されると判定する。これをシミュレーションステップにおけるセンシングの周期毎に実行する。

2. シミュレーション実行速度の検証実験

提案モデルをネットワーク・交通シミュレータ Scenargie [1] 上で実装し、簡易なシナリオによるシミュレーションを行ないその実行速度を確かめた。シナリオは片道4車線の2道路が交差する環境であり、各道路を5km以上の長さとする事で多数の車両を同時に生成・走行させた(図3)。約千台の車両のうち、本モデルを用いて走行しながら周辺車両認識を行う車両の割合を変化させてシミュレーションを3600秒行い、その実行時間を比較した。その実行時間計測環境と結果をそれぞれ表1と図4に示す。本モデルを搭載した車両数が増加するにしたがいシミュレーション実行時間は増加したものの、すべての車両が搭載している場合においても現実的な時間内で実行できることを確認している。

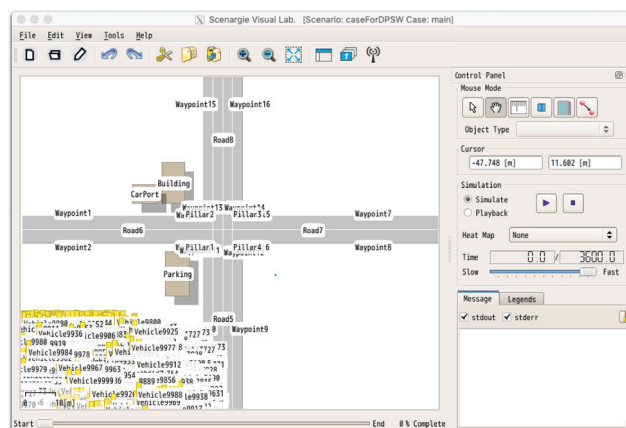


図3 Scenargie でのシミュレーションの様子

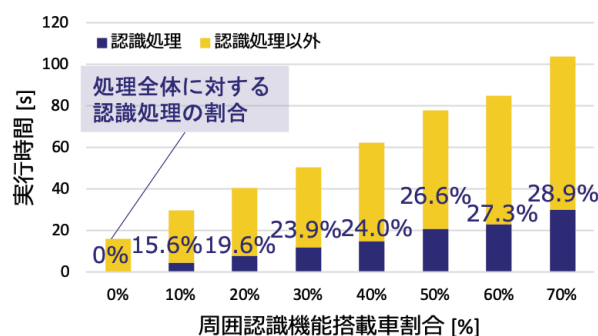


図4 認識処理時間と全体に対する割合

3. 今後の計画

今後は、LiDARによるセンシング動作をシミュレーションし、点群からの検出ロジックを用いて周辺車両検出を行う現実性の高いモデル(LiDARモデルとよぶ)に対し、提案モデルとLiDARモデルによる周辺車両認識判定が同じであり、かつ提案モデルの実行速度が大幅に改善されることを示していく。具体的には、LiDARモデルならびに提案モデルを自動運転シミュレーション環境であるCARLA [2] 上に実装することでこの比較検証を実現したい。CARLAは、自動運転のためのオープンシミュレーションソースであり、仮想環境を走行する車両に対しLiDARの点群を実際に生成することができる。こういった環境を用いることで提案モデルの有用性を示す予定である。

参考文献

[1] Space-Time Engineering, LLC: Scenargie (Online). <http://www.spacetime-eng.com/> (Access: 2019/8/30).

[2] Dosovitskiy, A., Ros, G., Codevilla, F., Lopez, A. and Koltun, V.: CARLA: An Open Urban Driving Simulator, *Proceedings of the 1st Annual Conference on Robot Learning* (Levine, S., Vanhoucke, V. and Goldberg, K., eds.), Proceedings of Machine Learning Research, Vol. 78, PMLR, pp. 1-16 (online), available from (<http://proceedings.mlr.press/v78/dosovitskiy17a.html>) (2017).