

安全運転支援のための周辺車両の半隠消表示法(7) — 動的カメラ選択に基づく死角領域の可視化 —

今井 蒼† 中村 文彦‡ 木村 朝子‡ 柴田 史久‡

立命館大学大学院 情報理工学研究科† 立命館大学 情報理工学部‡

1. はじめに

近年，拡張現実感や複合現実感の発展により，運転支援分野では周辺環境の可視化による安全性向上が期待されている．とりわけ，視界を遮る物体を視覚的に透過・除去する隠消現実感 (Diminished Reality; DR) [1]は，死角領域の把握を支援する有効な手法である (図1)．

先行研究として我々は，車両に搭載した LiDAR とカメラを用いて死角領域を三次元的に取得し，周辺車両越しにその情報を重畳表示する隠消現実型安全運転支援システムを提案した [2]．これにより，従来は視認困難であった歩行者や障害物の存在を把握可能となった．

一方で，周辺車両に複数のカメラが搭載される状況を想定した場合，すべてのカメラ画像を常時処理することによる計算負荷の増大やリアルタイム性の低下が課題となる．また，対象車両の位置に応じて，どのカメラ画像を用いるべきかという視点選択の問題については，十分な検討がなされていない．

そこで本研究では，先行研究のシステムを基盤に，周辺車両との位置関係に基づいて使用するカメラを動的に選択する手法を導入する．実車環境で動作確認を実施するとともに，AWSIM[3]によるシミュレータ環境にヘッドマウントディスプレイ (HMD) を導入し，提案手法の没入型提示の可能性について検討する．



図1 想定する可視化システムの利用シーン

Half-DR Expression of Peripheral Vehicles for Supporting Safe Driving, Part 7 - Blind Spot Visualization Using Dynamic Camera Selection -

†Graduate School of Information Sci. and Eng., Ritsumeikan University

‡College of Information Sci and Eng., Ritsumeikan University

2. 動的カメラ選択手法

本研究では，周辺車両に複数の車載カメラが搭載されている状況を想定し，対象車両との相対位置に基づいて使用するカメラを動的に選択する手法を提案する．本手法は，複数カメラによって広い視野を確保しつつ，すべてのカメラ画像を常時処理することによる計算負荷の増大を抑えることを目的としている．

まず，自車両のカメラ画像に対して物体検出を行い，可視化対象となる周辺車両を検出する．次に，検出されたバウンディングボックス中心付近に対応する三次元点群を取得するため，自車両の LiDAR から得られる点群をカメラ画像上へ投影する．この際，バウンディングボックス中心を基準とした範囲を関心領域として設定し，その領域内に存在する三次元点群を抽出する．抽出された点群のうち，自車両の LiDAR 原点から最も近い点を周辺車両の位置とみなす．

得られた位置情報から算出した絶対方位角に基づき，周辺車両に搭載された複数のカメラから使用するカメラ画像を決定する．各カメラには画角領域が設定されており (図2)，算出した方位角がその領域内に含まれるかを判定することで，対象車両の位置に応じた視点の画像を選択する．これにより，不要な画像処理を削減しつつ，安定した可視化が可能となる．また，2台のカメラの画角が重なる領域では複数カメラの合成画像を用い，それ以外の領域では単一カメラ画像を使用し，視野の欠損を防いでいる．

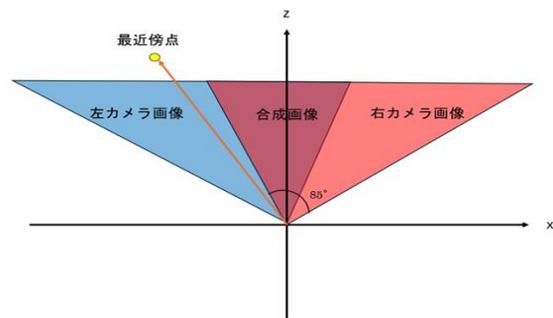


図2 画角の関係

3. 動作確認と結果

提案手法の有効性を確認するため、実車を用いた実環境およびシミュレータ環境において動作確認を行った。

実環境での動作確認では、自車両として死角領域の観測に必要な機材を台車上に設置した簡易的な実験車両を用い、周辺車両としてダイハツムーヴを配置した。ムーヴには LiDAR および 2 台の RGB カメラを搭載し、周辺環境の計測を行った。各センサの内部・外部パラメータは事前にキャリブレーションを行い、センサ間の座標系を統一した。これにより、自車両と周辺車両との位置関係、およびカメラ画像と点群データの対応付けを可能とした。実車動作確認時の自車両および周辺環境の全体風景を図 3 に示す。

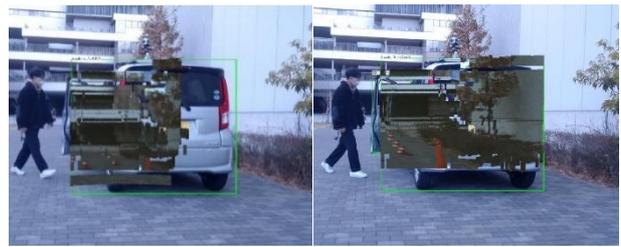
次に、実車環境における可視化結果の比較を図 4 に示す。カメラ選択手法を用いない場合 (図 4 (a)) には、周辺車両の位置によって可視化対象領域の一部が欠落する様子が確認された。一方、提案手法を用いた場合 (図 4 (b)) には、周辺車両の位置に応じて適切なカメラ画像が選択され、可視化の安定性が向上していることが確認できた。

次に、Unity ベースの自動運転シミュレータである AWSIM を用い、提案手法に基づく DR 処理を実行するシミュレータ環境を構築した。本環境では、AWSIM 上で生成されるカメラ画像や LiDAR 点群などの車両情報を用いて、提案した動的カメラ選択が正しく機能するかを確認した。また、シミュレータ環境に HMD を導入し、可視化結果の提示を行った。HMD 上には、Unity 内で描画された可視化結果を表示し、視点移動に追従した提示が可能であることを確認した (図 5)。図 5 は HMD 表示画像から切り出した画像であり、図 5 (a) は後方正面視点、図 5 (b) は右斜め後方視点による可視化結果を示している。

以上の結果から、提案手法は実車およびシミュレータ環境において動作し、周辺車両の位置に応じたカメラ選択が可能なことを確認した。



図 3 実車動作確認時の全体風景



(a) 左カメラのみ (b) 提案手法

図 4 実車環境における可視化結果の比較



(a) 後方正面視点 (b) 右斜め後方視点

図 5 シミュレータにおける可視化結果の比較

4. まとめ

本研究では、周辺車両に複数の車載カメラが搭載されている状況を想定し、対象車両との位置関係に基づいて使用するカメラを動的に選択する周辺状況可視化手法を提案した。LiDAR 点群と物体検出結果から周辺車両の絶対方位角を算出し、あらかじめ設定したカメラ画角領域に基づいて使用するカメラ画像を決定することで、すべてのカメラ画像を常時処理する必要のない可視化を実現した。実車環境およびシミュレータ環境での動作確認を通じて、本手法の有効性を確認した。一方で、処理遅延や描画品質に関する課題も確認されており、特にリアルタイム性の向上が今後の課題として挙げられる。今後は、カメラ台数の増加に対応した選択手法の拡張や処理負荷のさらなる低減に加え、提示方法の高度化について検討する予定である。

謝辞

本研究の一部は、立石科学技術振興財団 2025 年度研究助成(A) (2251016) の支援を受けた。

参考文献

- [1] 森尚平, 他: 隠消現実感の技術的枠組と諸問題～現実世界に実在する物体を視覚的に隠蔽・消去・透視する技術について～, 日本 VR 学会論文誌, Vol.16, No.2, pp.239 - 250, 2011.
- [2] 藤重秀斗, 他: 安全運転支援のための周辺車両の半隠消表示法(4)―半隠消表示法の拡張と評価―, 信学技法, Vol. 121, No. 436, ITS2021-63, pp.1 - 6, 2022.
- [3] TIER IV:AWSIM: Autonomous Driving Simulator, <https://github.com/tier4/AWSIM> (2025-12-28).