

車車間通信による車載映像合成の提案

中村 舜¹ 橋本 幸二郎² 澤野 弘明¹ 土屋 健³ 小柳 恵一⁴

概要：経路案内の一表示方式として車載カメラを用いた AR 表示が利用されている。この表示方式では車載カメラで撮影された視界風景に経路案内情報を重畳して表示するため、視界風景に違和感なく経路案内が可能である。一方で、経路案内情報に不必要である周辺車両、通行人などの動的な情報(遮蔽物)も映しだされている。そこで著者らは車載カメラに加え、クラウドに接続された複数のカメラを利用した画像合成により画像上の前方車両などの遮蔽物を削除する方法を提案している。画像の合成には、画像上の特徴点を画像処理技術により抽出し、特徴点の対応点に基づいた射影変換行列を算出し、後方車両の画像に適用する。本稿では2枚の静止画像の合成処理を行い、評価実験を行った。実験の結果、合成結果において主観的に自然な合成結果が得られた。また、本システムを実装するための問題点をまとめ、今後の課題を示す。

A Study on Vehicle Video Synthesis with Inter-vehicle Communication

SHUN NAKAMURA¹ KOHJIRO HASHIMOTO² HIROAKI SAWANO¹ TAKESHI TSUCHIYA³
KEIICHI KOYANAGI⁴

1. はじめに

本稿では拡張現実感技術を利用したカーナビのための車車間通信による画像合成処理の一手法を提案する。Google Map[1]やナビゲーションシステム等、インターネットを介した経路案内が可能になった。それに伴い地図情報に付加価値を与えることで、より高度な経路案内が増えてきている。また、センシング技術により走行予定の経路の状態をリアルタイムに解析した経路案内手法も提案されている。カメラとインターネットを用いた経路案内として、拡張現実感技術を用いた表示方式のカーナビ(スマートループアイ)[3]が株式会社 Pioneer 社から発売されている。このカーナビでは、VICIS[2]に加え、他車が車載カメラによっ

て取得した映像をクラウドで共有している。すなわち他車の車載カメラで撮影された数 km 先の渋滞や交通規制等の映像をカーナビ表示で視覚的に確認することが可能である。また車載カメラで撮影された視界風景に対して、経路案内を示す矢印や建物などのランドマークを重ねて表示を行っている。実際の視界風景に経路案内情報を直接提示するため、カーナビ表示の瞬時の視認性の向上が期待される。

一方で、撮影された映像には、建物や看板などの静的な情報だけではなく、経路案内情報に不必要である周辺車両、通行人などの動的な情報(遮蔽物)も映しだされている。遮蔽物の例を図1に示す。前方の遮蔽物により死角が発生し、ユーザが目的の交差点を通り過ぎる場合が少なからず存在する。遮蔽物による死角の解消手法として、津田らは死角を透視表示する屋外型複合現実感システムにおける提示手法の比較検討[5]を行っている。この研究では、手持ち型デバイスを利用し、遮蔽物による死角領域をディスプレイ上に透視表示することでユーザに提示している。半透透表示は経路案内にとって有用であり、カーナビ表示に適用する場合、車載カメラや定点カメラを利用することで、死角領域の削減が期待される。死角領域の提示を目的として、鈴木らは車載カメラ映像の共有による前景視界補助システム[6]を提案している。この研究では、前方車両と後方車

¹ 愛知工業大学大学院経営情報科学研究科
Graduate School of Business Administration and Computer
Science, Aichi Institute of Technology
1247 Yashigusa Yakusa Toyota Aichi, Japan

² 名古屋大学大学院
Nagoya University
Furo-cho, Chikusa-ku, Nagoya, 464-8601, Japan

³ 諏訪東京理科大学
Tokyo University of Science, Suwa
5000-1 Toyohira Chino Nagano, Japan

⁴ 早稲田大学
Waseda University
2-7 Hibikino Wakamatsu Kitakyuusyuu Fukuoka, Japan



図 1 遮蔽物の例
Fig. 1 Example of obstacle

両の位置合わせの際、前方車両後部にマーカを設置している。しかしマーカの使用を前提としているため、マーカが前方車両に設置されていない場合、画像合成処理を行うことができない。また車種によってマーカが設置しにくいという課題もあり、全ての車種を網羅して対応することは現実的ではない。そこで著者らは車車間通信における画像合成処理 [4] を提案している。この手法では、クラウドに接続された複数の車載カメラの情報を利用し、複数画像の対応点に基づく画像合成を行っている。しかし、文献 [4] では実環境を想定した場合の考察を行っていない。そこで、本稿では実環境において画像合成を行う場合において考えられる課題と対策の列挙を行う。

2. 提案システムの概要

本研究では車にカメラが搭載され、車載機がクラウドに接続されている環境を想定する。車載機が接続されたクラウドの概要を図 2 に示す。ここで通信機器を持つ車両や定点カメラをピアと呼ぶ。各ピアの IP と位置情報を管理する管理ピアに対して、ピアが ID と自車位置を送信し、管理ピアから近隣のピアの ID を取得する。そして近隣のピアからクラウド経由で車載映像の送受信を行う。受信した映像と自車で取得しているカメラ映像をフレーム毎に合成することで遮蔽物領域の削減を行う。ここで、映像は静止画像の集合と考え、合成処理においては静止画像を使用する。また、ピアは車両のみではなく、信号機などに設置されている定点カメラも想定している。

図 3 のように 2 台の車両が存在する例を挙げて提案システムについて述べる。後方車両の映像 (図 4(a)) では、前方車両が表示されており、経路案内表示における遮蔽物となっている。一方で、前方車両の映像 (図 4(b)) では、後方車両で隠れていた風景が表示されている。そこで後方車両の画像に前方車両の画像を重ね合わせることで後方車両の遮蔽物を削減する。提案システムの流れを図 5 及び以下

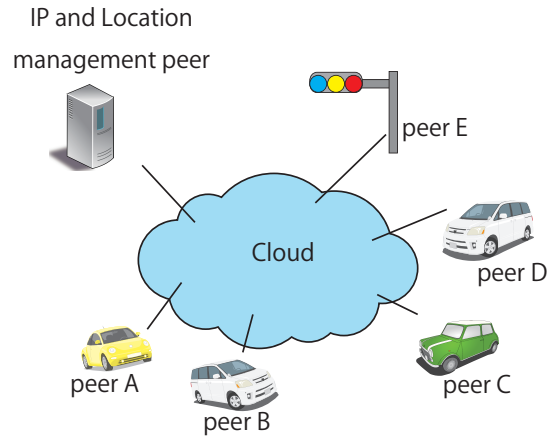


図 2 クラウドの概要
Fig. 2 Summary of cloud

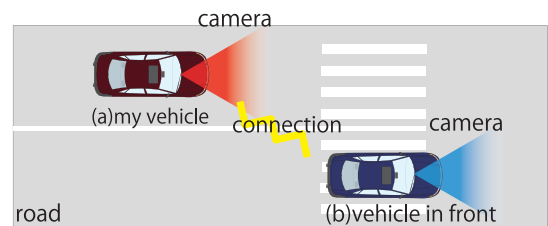


図 3 2 台の車両位置
Fig. 3 Positions of two vehicles



(a) 後方車両からの画像
(a) Vehicle behind



(b) 前方車両からの画像
(b) Vehicle in front

図 4 車両からの画像

Fig. 4 Images from vehicles

に示す。ここで、図中の番号と下記番号は一致している。

- (1) 車載カメラを用いて映像 (図 4(a)) の取得
- (2) 前方車両の車載カメラ映像 (図 4(b)) の受信
- (3) 前方車両及び後方車両の画像から特徴点の抽出
- (4) 各画像より取得した特徴点の対応付け
- (5) 対応点を基に後方画像に対して射影変換を行う
- (6) マスク画像の生成
- (7) 画像合成

手動による図 4 の合成結果を図 6 に示す。上記では 2 台の例を示したが、複数台車両も対象とする。本稿では、簡易モデルのため通信処理による画像の送受信は行わず、あらかじめ用意した画像を用いて合成処理を行う。

3. 実験と考察

前節に記した実現方法を用いて、通信処理は行わない、オフライン環境における前方車両と後方車両の画像の合成

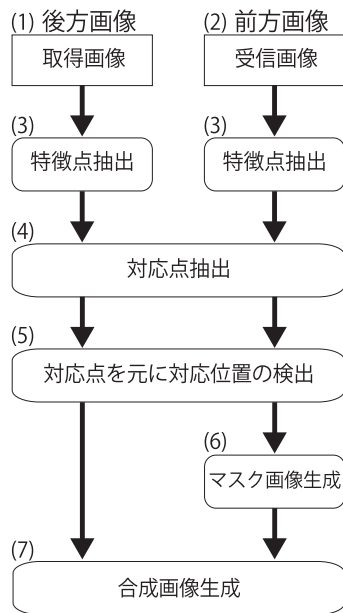


図 5 提案システムの流れ
Fig. 5 Flow of proposed system



図 6 手動による遮蔽物削減の結果 (図 4(a)(b) の利用)
Fig. 6 Result of obstacle removal by manual with Fig. 4(a)(b)

処理を行った。画像処理ライブラリには OpenCV、特徴点抽出アルゴリズムには SURF[7] を使用した。実験環境には 2GHz Intel Core i7 の CPU, 8GB 1600MHz DDR3 のメモリを用いた。入力画像には同仕様のカメラで撮影した画像を用いた。入力画像を図 4(a)(b) に示す。画像サイズは 640×480 pixel とした。特徴点の対応付けを可視化した結果を図 7 に、画像合成結果を図 8 に示す。実験の結果、主観的ではあるが遠方に関して違和感の少ない結果を得ることができた。一方でガードレールと横断歩道が画像上で重なっているという問題も確認された。

次に異なる仕様のカメラを用いて、実験を行った。今回の実験においても通信処理は行わず、オフライン環境に置ける合成処理を行った。入力画像を図 9(a)(b) に示す。画像サイズは 800×450 pixel とした。使用した画像の図 9(a)(b) では、看板など建物の多い市街地の道路で撮影した



図 7 特徴点の対応付けを可視化した結果 (図 4(a)(b))
Fig. 7 Result of feature points matching with Fig. 4(a)(b)



図 8 実験結果 (図 4(a)(b) の合成結果)
Fig. 11 Experimental result with Fig. 4(a)(b)



(a) 後方車両 (b) 前方車両
(a) Vehicle behind (b) Vehicle in front

図 9 入力画像
Fig. 9 Input images

画像を入力画像とした。画像合成を図 8 の実験時と同様の環境で行った。特徴点の対応付けを可視化した結果を図 10 に、画像合成結果を図 11 に示す。図 11 の緑枠内において合成部分の境界が確認された。また、後方車両の画像が緑枠内のみが表示がされており、前方車両画像の領域が大きいことが確認された。そして、赤枠で拡大した箇所のように一部の看板が引き延ばされて合成されていることが確認された。これは図 10 の特徴点の対応付けを可視化した結果が図 7 と比べ、対応点の数が少ないため、誤った射影変換行列を生成していることが考えられる。



図 10 特徴点の対応付けを可視化した結果 (図 9(a)(b))
Fig. 10 Result of feature points matching with Fig. 9(a)(b)



図 11 実験結果 (異なる仕様のカメラを使用)
左下: 合成の境界部分, 右下: 引き延ばされた看板
Fig. 11 Experimental result with different specification cameras
left: boarder of synthesis, right: extended sign board

4. 課題と対策

本表示方式を現実の車載システムとして実装するため、予想される問題を列挙し、対策について述べる。

合成領域の限定 実験(図 8, 11)では、前方車両からの画像の領域が大きく、視界風景と実験結果が異なるため、ユーザの混乱を招く可能性が考えられる。対応策として、遮蔽物領域に限定した画像合成処理を行うことで、後方車両の画像への影響の軽減が期待できる。そこで、遮蔽物領域に限定した合成処理について検討する。

通信処理の実装 本提案システムでは、通信処理による映像の送受信を想定している。また、画像の転送速度なども通信環境に大きく依存するため今後の検討課題である。

撮影環境の考慮 雨天や夜間の場合では輝度値が低いいため映像が不鮮明になる。不鮮明な映像では、特徴点の抽出に

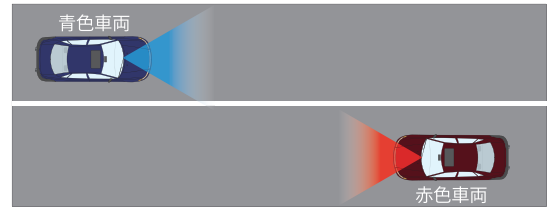


図 12 2 台の車両位置
Fig. 12 Positions of two vehicles



(a) 青色車両からの画像 (b) 赤色車両からの画像
(a) Blue vehicle (b) Red vehicle

図 13 車両からの画像
Fig. 13 Images from vehicles

影響を与えることが考えられる。カメラに専用のワイパーの設置や赤外線カメラの利用で対策する。

進行方向の区別 図 12 のように 2 台の車両がすれ違う場合、各車両からの画像は図 13 のように示される。図 13(a) と図 13(b) では進行方向が異なるため画像合成ができない。進行方向の判断をするため GPS 情報に基づいて車両の進行方向の算出を行い画像合成処理に利用する。

5. おわりに

本稿では車車間通信における画像合成処理の一手法を提案した。簡易モデルとしてオフライン処理における合成処理による遮蔽物領域の削減を行った。同仕様のカメラを用いた実験の結果、主観ではあるが自然な合成結果を得ることができた。異なる仕様のカメラを用いた実験の結果、前方車両の領域が大きいたことが挙げられた。また、実環境での実験をする際に予想される課題の列挙を行った。今後の課題として、前節であげた課題の対応が挙げられる。

参考文献

- [1] Google マップ, <https://maps.google.co.jp/>
- [2] VICS, <http://www.vics.or.jp/>
- [3] carrozzeria pioneer, <http://pioneer.jp/carrozzeria/>
- [4] 中村舜, 澤野弘明, 土屋健, 小柳恵一: “車車間通信における画像合成処理の基礎検討”, 第 75 回情報処全大 (2013-03)
- [5] 津田崇博, 山本治由, 亀田能成, 太田友一: “死角を透視表示する屋外型複合現実感システムにおける提示手法の比較検討”, 信学技報. MVE, マルチメディア・仮想環境基礎 Vol. 105, No. 256, 41-47, (2005-08)
- [6] 鈴木光一郎, 橋本直己: “車載カメラ映像の共有による前景視界補助システム”, 映像情報メディア学会技術報告 Vol. 36, No. 8, 29-32, (2012-02)
- [7] Bay, H. and Tuytelaars, T. and Van Gool, L.: “SURF: Speeded Up Robust Features”, 9th European Conf. on Computer Vision (2006)