

# 車載カメラ利用に適した映像通信フレームワーク -仮想視点移動映像による渋滞情報提示への応用-

菊池 裕太<sup>†1</sup> 平田 遼太郎<sup>†2</sup> 池田 聖<sup>†1</sup> 柴田 史久<sup>†1</sup> 木村 朝子<sup>†1</sup> 田村 秀行<sup>†3</sup>  
立命館大学 情報理工学部<sup>†1</sup> 同 大学院情報理工学研究科<sup>†2</sup> 同 総合科学技術研究機構<sup>†3</sup>

## 1. はじめに

ここ数年、安全運転支援や自動運転の実現を目的として、自動車は単なる移動のための機械からカメラなどの各種センサや通信機器を搭載した高性能計算機へと変貌をとげた。現在販売されている自動車では、カメラなどのセンサから得た情報は主として搭載された自車両でのみ利用されているが、今後は車両ネットワークを利用した車両間における情報の共有・活用が活発化することが予想される。そこで我々は、車載カメラで撮影したカメラ画像などのセンサ情報を、車両ネットワークを介して共有するための映像通信フレームワークを提案した[1]。映像通信フレームワークでは、カメラや各種センシング機器、Head-Up Display やディスプレイ等の情報提示デバイスを有する端末をネットワークに接続された1台の計算機ノードと定義し、各ノード間や路車間通信用サーバとノード間で映像等のマルチメディアデータを共有・活用するための機能を提供する。これにより、カメラから得られる画像や各種センサから得られる情報を連携させた様々なアプリケーションの実装の簡単化を目指す。

車両ネットワークには、平成23年に総務省が制度化[2]した700MHz帯を利用した車車間通信(Vehicle-to-Vehicle; V2V)や路車間通信(Vehicle-to-Roadside; V2R)に加え、車両と携帯電話等の基地局の通信(Vehicle-to-Infrastructure; V2I)があるが、提案フレームワークはこれらの通信方式を組み合わせるような仕組みを導入しており、本フレームワーク上に様々なアプリケーションを実装した上で、フレームワークの設計の妥当性を確認することが課題であった。

そこで我々は、本フレームワークの一応用例として、仮想視点移動映像による渋滞情報提示システムを検討している。これは図1に示すように渋滞時に自車両から前方に存在する複数の車両間を移動し、車線上を進むような仮想的な視点移動映像を運転者に提示することで、渋滞車線上の状況の把握を支援するシステムである。本稿では、まず渋滞の最前位置までに存在する複数車両の位置関係や通信遅延を考慮した上で、これらの車両から映像通信フレームワークを利用して画像を取得し、取得した画像により仮想視点映像が生成可能であることを複数の計算機を用いた実験を通して示す。具体的には、車両から人物の動作状況が確認できる程度のフレームレート10fps以上で画像取得が可能であること、および取得した画像を切り替えることによる仮想視点映像の生成が可能であることを確認する。また、バッファサイズに対するフレームレートの関係や通信遅延についても調査する。



図1 渋滞車線の様子

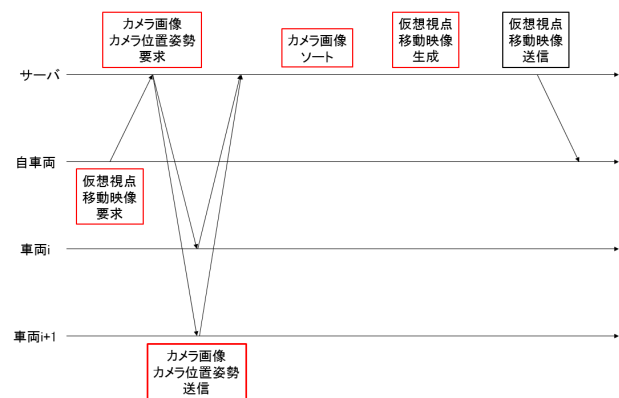


図2 渋滞情報提示システム

## 2. 仮想視点移動映像による渋滞情報提示

### 2.1 前提条件

仮想視点移動映像による渋滞情報提示システムの実現には、車車間での映像共有、渋滞箇所の検出、仮想視点映像生成、仮想視点位置の入力インターフェースなど様々な問題を解決する必要がある。本稿では簡単化のため、映像共有部分に焦点を絞り、以下の前提条件を設ける。

- (1) 全車両に前方を撮影するカメラと位置センサが搭載されている
- (2) 全車両が高速な無線ネットワークに繋がっている
- (3) 渋滞の最前位置が既知である
- (4) 車線数が1車線である

### 2.2 仮想視点移動映像生成に要する情報

仮想視点移動映像とは、複数車両のカメラ映像を利用して生成した仮想的な視点移動映像のことで、自車両からの不可視領域を運転者に提示するために生成する画像列である。仮想視点移動映像を生成するためには、各車両から撮影される現在の画像、各車両が過去に撮影した画像と車両に搭載されるカメラの位置姿勢が必要になる。具体的には、図2に示すように最後尾の自車両から*i*番目( $i=1, \dots, n$ )の車両*i*の前方に車両*i+1*が存在し、車両*i*から車両*i+1*の間の任意の内挿点における仮想視点映像を生成する場合、少なくとも車両*i*と車両*i+1*が現在取得する画像が必要であり、車両*i+1*が車両*i*の位置から車両*i+1*の位置まで過去に移動した際の画像があればなめらかに視点移動する映像を生成する補助情報になる。すなわち本稿の目的は、上記画像情報および位置情報を自車両からのトリガで映像通信フレームワークを介して連続

“A Video Communication Framework for Vehicle-mounted Cameras - Application for Providing Traffic Information by Moving Virtual Viewpoint Images -”

<sup>†1</sup> College of Information Sci. and Eng., Ritsumeikan University

<sup>†2</sup> Graduate School of Information Sci. and Eng., Ritsumeikan University

<sup>†3</sup> Research Organization of Sci. and Tech., Ritsumeikan University

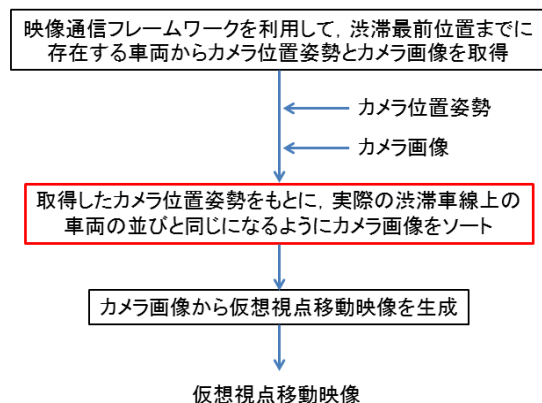


図3 処理の流れ



図4 実験環境

的に取得できることを確認することである。

### 2.3 サーバと車両間の通信手順

映像通信フレームワークを利用し、仮想視点移動映像を生成する手順は以下のとおりである(図2および図3参照)。

- (1) まず自車両は、渋滞に巻き込まれた時点で、利用者の入力もしくは何らかの自動検出をトリガとして、サーバに仮想視点映像を要求する。この際、自車両の位置情報(仮想視点位置でもある)も同時に送信される。
- (2) サーバは渋滞最前位置までの領域付近に存在する各車両の位置情報から渋滞最前位置までの車両の集合を特定し、仮想視点位置の前後にある車両  $i$  および  $i+1$  へ、それぞれのカメラ画像とカメラ位置姿勢を要求する。
- (3) 車両  $i$  および  $i+1$  はこれに応じて、カメラ画像のシーケンスと各種センサから算出した各画像の撮影時におけるカメラの位置姿勢をサーバに送り返す。
- (4) サーバは、取得したカメラ位置姿勢をもとに、車線上での物理的な配置順にカメラ画像をソートする。
- (5) サーバは、ソートされたカメラ画像から仮想視点移動映像を生成する。
- (6) 生成した画像を自車両に送る。

ただし、サーバから各ノードへの接続要求は、UDP によるブロードキャスト通信を用いる。要求を受信したノードはサーバへ TCP 通信によって接続する。各ノードは、カメラから取得した画像を TCP 通信でサーバに送信する。そして、サーバは各ノードから受信した画像を元に、車線上の自車両から送信された仮想視点位置に対応する視点映像を生成する。

## 3. 実験

### 3.1 実験手法

映像通信フレームワークを利用して滑らかに視点移動できる仮想視点移動映像の生成が可能であることを確認するために、複数の計算機からなる実験環境を構築し、ノードからの画像(640×480画素)の取得におけるフレームレートを調べた。

図4のように実験環境として、USBカメラを接続した3台のノートPCを一列に並べることで、渋滞によって3台の車両が停止している状況を模倣した。3台のノートPCを手前からノード①、②、③とする(Windows7、

Intel Core i5 2540M 4GB RAM (ノード①、②) / Core i7 5600U 8GB RAM (ノード③)、Logicool Webcam Pro 9000)。また、サーバとしてデスクトップPC(Windows7, Intel Core i5 6400 2.70GHz, 8GB RAM)を用いた。サーバとノード間の通信には2.4GHz帯のIEEE802.11g規格の無線LANを用いた。

サーバが2つのノードから画像を受信した際のフレームレートを計測することで、10fps以上で画像の取得が可能であることを確認する。また、サーバにおいて、各ノードから得られる画像を渋滞車線前方で得られるものから順に表示可能であることを確認する。

### 3.2 実験結果と考察

サーバで受信される画像フレームレートをJPEG圧縮品質10, 90に設定した結果、ノード①と②何れも、それぞれ平均14.53fps, 12.20fpsであった。以上から、サーバが少なくとも2つのノードからビデオ画像を取得可能であり、リアルタイムで映像が更新される仮想視点移動映像を生成するための、最低限の条件をクリアしたことが確認されたといえる。また、サーバ上で各ノードから得られる画像を渋滞車線前方で得られるものから順に表示可能であることを確認した。つまり、GPSの誤差や車両の移動等にもない、必ずしも画像の取得時刻と取得位置の関係が単調でなくて、仮想視点移動にもない適切な画像を、映像生成処理に送ることができるといえる。

## 4. むすび

本稿では、映像通信フレームワークの一応用例として、仮想視点移動映像による渋滞情報提示システムの実現性を、通信遅延やフレームレートという観点から確認した。実験の結果、各ノードから画像を取得する際に、0.5秒未満の遅延はあるが、10fps程度での仮想視点移動映像の実現が可能であることを、実験を通じて確認した。また、バッファサイズに応じてサーバのフレームレートが変化することを確認した。今後は、通信品質に応じて圧縮率や解像度など画像生成の品質を左右するパラメータを動的に変更する手法を検討し、仮想視点映像生成も含めてシステムの妥当性を調べる予定である。

### 参考文献

- [1] 総務省 | 700MHz 帯安全運転支援システムについて：[http://www.soumu.go.jp/main\\_content/000281445.pdf](http://www.soumu.go.jp/main_content/000281445.pdf) (2015年1月31日)
- [2] 樋口ら：“車載カメラ利用に適した映像通信フレームワークの基本設計と試作”, Proc. DICOMO, pp. 85 - 92, 2015.