

## 2019 年度 修士論文概要

主査	舟橋 健司	副査	徳田 恵一	研究室	舟橋研究室
入学年度	2018 年度	学籍番号	30414113	氏名	三木 翔平
論文題目	スマートフォンを用いた P2P 通信での画像伝播による渋滞映像提示システム Traffic Jam View Display System Using Smartphone Peer-to-Peer Image Propagation				

### 1 はじめに

自動車の運転時に、運転者は前方の道路状況や交通状況を知りたいと思う。この欲求は運転の 3 要素のうちの認知に当たり、これを補助する運転支援システムには需要がある。例えば運転者は渋滞の先頭の交通状況を知りたいと思うだろう。このような需要に対しては、渋滞情報をテキストで提示する手法や、地図上に表示することで提示する手法が提案されている。しかし、渋滞に陥った運転者は渋滞の先の様子を実際に見たいというように視覚的情報も欲している。参加型センシングによるクラウド収集型の渋滞映像共有手法などもあるが [1]、サーバの維持などコスト面の課題が残る。そこで本研究ではスマートフォンで撮影された画像を渋滞の先頭車両からより後方の車両へと次々に伝播させることで、渋滞状況の映像を提示するスマートフォンアプリケーションを提案する。端末に表示された画像を見ることで、運転者は渋滞の先の様子を確認することができる。これにより運転者の運転時のストレスの軽減が期待できる。

### 2 渋滞映像提示システム

渋滞に陥った車両間において、渋滞の先頭車両が撮影した画像を追従する車両へと伝播し提示する (図 1)。これを実現するには渋滞内を走行しているかどうか判断する機能と、画像を渋滞の先頭から末尾へと伝播する機能が必要である。各端末は、端末間で直接通信を行うため通信可能な距離に限りがある。そこで、前方から受信した画像をさらに後方へ伝播させる役割を持つ中継端末を設ける。この中継端末が撮影した映像も渋滞の前方の様子を示す情報として役立つと考え、先頭車両の画像に追加する形で後続へと伝播させる。このとき伝播しようとする画像数が閾値を越えた段階で、通信コストを抑えるために中継車両が撮影した画像の中から最も渋滞の様子が分かりづらい画像を削除する間引きを行う。

#### 2.1 渋滞判定

まず、GPS 情報の時系列変化から車両の進行方向および進行速度を取得する。この進行速度が閾値以下となった場合、その端末は自身を渋滞可能性状態であると判定する。ここで渋滞可能性状態としたのは、速度の条件だけでは、渋滞に遭遇したのか単なる駐停車およ



図 1: アプリケーションの画面構成例

び信号待ちであるのかが判断できないからである。渋滞可能性状態となった端末は、1: 渋滞可能性状態のまま一定距離を走行する、2: 同方向進行の渋滞可能性状態の端末を一定数以上発見する、3: 同方向進行の渋滞状態の端末を 1 台でも発見する、のいずれかの条件を満たした場合に渋滞状態であると判定する。

#### 2.2 画像の伝播

渋滞状態と判定された端末は画像伝播の準備を開始する。各端末は画像の伝播における役割を判断するために、Wi-Fi Direct を介して GPS 情報を含んだブロードキャスト情報を周囲の端末に通知する。各端末は GPS およびブロードキャスト情報を元に、渋滞先頭に存在し画像を送信する先頭送信ノード、画像を受け取る受信ノード、受け取った画像をさらに後方の端末に伝播させる中継送信ノードの 3 つの役割のいずれかへと適宜役割を切り替える。先頭送信ノードは後方の受信ノードへと画像を送信する機能と、次の中継送信ノードを指定する機能を持つ。中継送信ノードは受信した画像および自身が撮影した画像を後方の受信ノードへ送信する機能と、次の中継送信ノードを指定する機能、および一定数以上の画像受信した場合に最も不必要な画像を削除する間引き機能 (次節で説明する) を持つ。受信ノードは前方の最も近い送信ノードへ通信リクエストを送る機能、画像を受信する機能を持つ。

#### 2.3 間引き判定

セマンティックセグメンテーションモデルである DeepLab v3+ [2] による画像セグメンテーション結果から抽出したパラメータを説明変数とするロジスティック回帰式を用いて、間引きの判定を行う。まず、DeepLab v3+ によって乗用車および大型トラックの 2 クラスの

物体に対してセマンティックセグメンテーションを行い、物体領域の大きさや位置のパラメータを取得した上でそれらを説明変数としたロジスティック回帰分析を行う。回帰分析の目的変数は0:渋滞時に画像を受け取った運転者がその画像を見たいと思う、もしくは1:見たいとは思わない、の二値変数である。この分析により導出した回帰式を各中継送信ノードが取得した画像それぞれに適応し回帰スコアを算出する。このスコアを画像と共に伝播させ、伝播しようとする画像数が閾値を越えた段階で比較処理を行い最も点数の高いものを間引く。

### 3 画像伝播に関する検証実験

渋滞の先頭車両の端末から後続する車両の端末へ、先頭端末の撮影した画像および中継端末の撮影した画像が正常に伝播されることを確認する屋外での検証実験を行った。実験は渋滞が発生して車両が停車している状況を想定する(図2)。本システムにより画像の伝播が正常に行われることを確認した。また、各端末間での処理時間はそれぞれ表1のようになった。

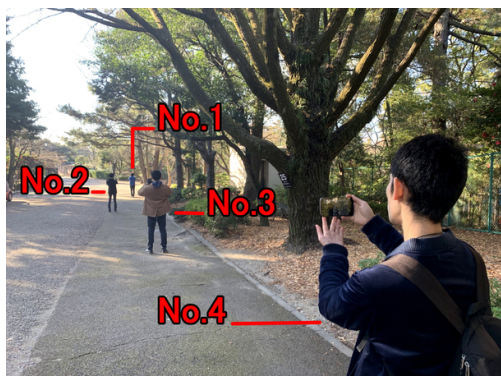


図2: 検証実験の様子

表1: 各端末間での処理時間

通信する2端末	No.1とNo.2	No.2とNo.3	No.3とNo.4
探索から接続 [ms]	8761	15709	8018
接続から画像転送 [ms]	20166	29401	31580

### 4 間引きの評価実験

間引き処理に用いる判定の妥当性を調べるため、アンケートを用いた評価実験を行った。交通状況を映した10枚の画像に対し、「渋滞時に自分のスマートフォンへ渋滞の先の様子を示したのとして送られてきた場合、0:見たいと思う、1:見たいとは思わない、のどちらであるか」と質問した。回答者は大学生および大学院生の5名である。この結果の平均値に対して、閾値0.5による二値判定を行った。また、各画像に対して、間引き判定の回帰式を適応し、回帰スコアを導出した。この回帰スコアに対しても閾値0.5での二値判定を行った。その後、アンケートによる判定結果と回帰式による判定結果を比べることで、間引き判定の評価を行った。その結果、8割の画像に対してアンケート結果によ

る判定と回帰スコアによる判定が一致した。これにより人が見たいとは思わない画像の判定は適切に行われていることが確認できた。

## 5 本システムの利用による心的効果に関する評価実験

車両の運転席を疑似的に再現し、ストレス軽減効果に関する主観評価実験を行った(図3)。被験者は、「実際に渋滞の中を運転することを想定した時、本システムを利用することで運転時のストレスの軽減が期待できると思うか」という点に対して5段階で評価する。被験者は運転免許を所有する大学生および大学院生11名である。結果を表2に示す。平均は4.1点であり、一定以上の効果が期待できることが示唆された。



図3: 評価実験の様子

表2: ストレス軽減効果に対する評価結果

被験者	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	平均
評価点	5	4	4	4	3	3	4	5	5	4	4	4.1

## 6 むすび

本研究では交通状況を映した画像を、渋滞の先頭車両からより後方の車両へと伝播させることで、渋滞の様子を視覚情報として提示するシステムを提案した。実験により渋滞の先頭から後続へと画像が伝播されることを確認した。また通信コストを抑えるために、運転者にとって見たいとは思わない画像を適切に間引くことができた。さらに、心的効果に対する評価実験では、一定の効果が期待できることが示された。今後の課題としては、伝播機能の実装を改善し通信時間を短縮することや間引きに用いた学習モデルの性能向上が挙げられる。運転者への提示情報として、渋滞の先頭までの距離などのテキスト情報を追加することも考えられる。

## 参考文献

- [1] 玉井 森彦 他, “画像処理に基づいた効率のよい渋滞動画の収集・共有方式”, 情報処理学会研究報告, 2013-MBL-65, pp. 1-8, 2013.
- [2] Liang-Chieh Chen, et al, “Encoder-Decoder with Atrous Separable Convolution for Semantic Image Segmentation”, arXiv: 1802.02611, 2018.