

# 車載カメラ撮影映像提供システムにおける 位置指定要求に対する映像選択方法

伊藤 亮輔<sup>1</sup> 石原 進<sup>2</sup>

**概要:** ドライバが現在目視できない地点の動画像を取得することは、経路選択や安全運転の手助けになるだろう。筆者らは、ドライバーが通る予定の地点を走行する他車両の車載カメラで撮影された動画をドライバーへ提供するシステムを開発している。本システムが提供する動画像はドライバーがその地点の交通状況を正確に把握できるものが望ましい。本稿では、プローブ情報や路側カメラなどにより取得する交通情報の度合いと矛盾しないような動画像クリップをドライバーによって指定された場所を走行する車両が撮影した動画像から抽出して提供する手法を提案する。この手法を実装したプロトタイプは同一地点・同一方向から撮影した複数の車載カメラ動画から交通情報と矛盾せず、ドライバーに交通状況を直感的に把握しやすい動画を選択することを確認した。

## 1. はじめに

ドライバーが現在目視できない地点の動画像を取得することは、ドライバーの経路選択や安全運転を支援する手助けになるだろう。筆者らは、ドライバーがこれから通る予定の地点を現在走行している、または走行していた他車両の車載カメラにより撮影された動画像を車々間通信、もしくは広域無線通信を介してドライバーに対して提供する「リアルタイム画像カーナビシステム」を開発している [1][2]。このシステムの利用イメージを図1に示す。このシステムでは、ドライバーは、運転への支障がない程度の簡便な方法（例えば、音声入力やタッチ操作など）を用いて自身の知りたい地点の位置と情報の種類を入力する。システムはこの入力に応じて、指定された地点の情報を動画像、あるいは静止画像を提供する。

交通状況の把握を主眼に置いた場合、システムがドライバーに提供する映像は、実際にドライバーが指定した地点の交通状況と矛盾がなく、ドライバーが直感的に交通状況を把握できるものであることが望ましい。このシステムにおける動画の提供にあたっては少なくとも以下の2つの課題がある。

(1) おおまかな撮影対象や地点を示した曖昧なドライバーの要求に基づきシステムが撮影条件（撮影座標/方向/時刻）を決定する必要がある。なぜなら、図2に例示するように、ドライバーが音声入力により動画像を要求す

る場合、運転中のドライバーが動画像の撮影時の座標や方向などの詳細な撮影条件を明示することは容易ではないためである。

(2) ドライバの指定した地点の交通状況を誤認識させない動画の提供が必要となる。図1に例示するように、撮影条件を満たすような動画を撮影する車両は複数存在する可能性があるが、これらが撮影した撮影位置と撮影方向がほぼ同じ動画の中には、指定地点の交通状況と見た目上矛盾するものがありうる。これらをドライバーに提供しないようにすべきである。

筆者らはこれまでに (1) の課題に対処するため、様々な状況に置かれたドライバーがリアルタイム動画カーナビを利用して取得したいと思う動画像の傾向をアンケート調査し、この結果に基づいてシステムがドライバーに有用となる動画像の撮影条件（撮影座標/方向/時刻）を導出するシステムを設計した [3]。そのシステムでは、ドライバーの曖昧な要求とドライバー自身のプロフィールや自/他車両のコンテキスト情報からドライバーの望む動画像の撮影条件を決定する。

しかしながら、前述したシステムが決定した撮影条件は動画像の撮影座標/方向/時刻のみであり、このような条件を満たす動画像を持つ車両は複数存在する可能性がある。それらの動画像の中には、ドライバーが望まない動画像が含まれる可能性がある。例えば、図3の赤色の車両は、周辺車両との車間距離が短く、車両が多数映る映像を収めている可能性が高い。そのため、その地点の交通状況（「混雑している」）と矛盾しない動画を提供できる。一方同じように混雑した道路にいても、交差点で赤信号のために停車し

<sup>1</sup> 静岡大学工学研究科数理システム工学専攻

<sup>2</sup> 静岡大学大学院工学領域

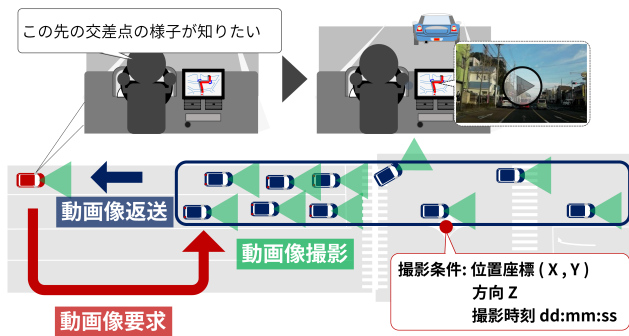
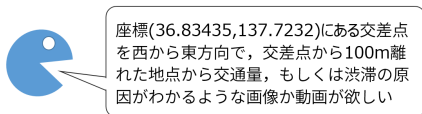


図 1: リアルタイム動画画像カーナビシステムの使用イメージ

### ▶ 撮影条件を詳細に入力した要求例



### ▶ リアルタイム画像カーナビで想定される要求例



図 2: 音声入力を用いたドライバーの要求例

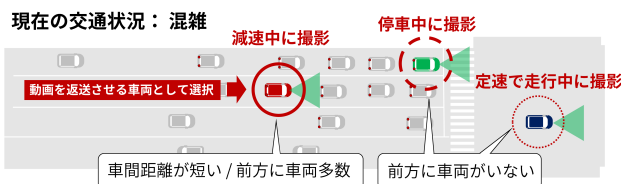


図 3: 交通状況に応じた車両選択例

ている先頭車両や交差点の中心付近を走行している車両が撮影した動画には、そのような映像を収めている可能性は低い。

本稿では、複数の車両が撮影した車載カメラ動画から、指定された地点の現在の交通状況と矛盾しない短時間の動画を抽出して、提供する手法を提案する。以下、2章で現在実用化されているカーナビシステムの動向と、ドライバーや車両のコンテキスト情報や画像処理を利用したドライバーに有用な情報を選択・推薦するシステムの関連技術について述べる。3章では本研究の前提となるリアルタイム動画画像カーナビシステムの概要について述べる。4章にて、本稿で想定しているドライバーに有用な動画を提供するコンテキスト情報に基づいた映像選択方式について述べ、この方式の詳細とシステム構成について述べる。5章で、提案した方式のプロトタイプの実装と、その動作について説明する。6章にて、本論文をまとめる。

## 2. 関連研究

### 2.1 既存のカーナビゲーションシステム

筆者らの想定するリアルタイム動画画像カーナビシステムと同様に、車載カメラにより撮影された画像を車両間で共有することをコンセプトとしたシステムとして、Pioneer社のスマートループアイがある [4]。このシステムでは、予めシステムにより指定された画像撮影用地点を通過する車両の車載カメラにより撮影された画像をセルラ網を介してクラウド上へ保存する。保存された画像は画像撮影用地点を通過する車両、あるいはその地点を指定した車両のドライバーに対して提供される。このシステムでは、予め指定した地点の画像のみしか提供しない。そのため、ドライバーが狭域地点の画像を要求した場合に対応することができない。

スマートフォンや車載センサ、VICS[10]などのテレマティクスサービスにより収集した位置情報や速度情報に応じて道路の混雑度を数種類の色分けで表示したり、通行止め・事故情報などをアイコンによりユーザへ提供するアプリケーションが現在実用化されている [5][6]。これらのアプリケーションでは、ドライバーの興味のある地点の情報をグラフィカルな描画方法により表現するため、その地点の実際の交通状況を把握することはできない。

### 2.2 コンテキスト情報を利用した情報推薦・選択システム

Woerndlらは、ドライバーの現在の状況に応じて、ドライバーが望むであろう給油所の情報を選択し、推薦するシステムを提案している [7]。このシステムの動作は、2つのフェーズに分けられている。1つ目のフェーズでは、車両の燃料計や目的地までの距離に基づき、ドライバーへ情報を提供すべきかどうかを決定する。情報を提供すべきと判断された場合、2つ目のフェーズに移行する。2つ目のフェーズにより、システムがガソリンスタンドまでの距離や回り道の有無などから、ドライバーに提供すべき適切な地点の給油所を選択し、選択された地点の情報をドライバーへ推薦する。

[7]で提案されているシステムは、対象固定施設情報のみに限定して自動的に適切なものを選択してドライバーへ情報を提供するものである。一方で本研究では、簡便な操作によって入力されるドライバーの要求に応じて、道路上の任意の地点の車載カメラにより撮影された動画を提供するシステムを想定している。そのため、ドライバーの任意地点の要求に対応できるシステムを設計する必要がある。

玉井らは、渋滞の程度を表す短時間動画を提供するため、渋滞区間で撮影された動画の中から信号機が映り込む地点の映像を切り出す方式を提案している [9]。信号機は静止しているため、動画を見たドライバーが速度の推定をしやすくなる。これは渋滞中の静止物に着目し、ドライバーが交通

状況を把握できる動画を提供する。本研究で想定するシステムは任意地点の要求に対応することを目標としている。そのため、ドライバーが信号などの静止物がない地点の交通状況を知るための手段が必要となる。

### 3. リアルタイム動画像カーナビシステム

本稿で目指すリアルタイム動画像カーナビシステムの概要を図1に示す。このシステムでは、まずドライバーの音声により入力された要求を基にドライバーの望む撮影条件（撮影座標や撮影方向、撮影時刻、撮影対象など）を決定する。それらの撮影条件を含む動画像要求メッセージを、車々間通信、もしくは広域無線通信によって周辺車両、またはシステムが決定した撮影条件に該当する地点を走行している車両へ送信する。配布された要求メッセージを受け取った車両は、メッセージに付加されている撮影条件と自車両の保持する動画を比較し、撮影条件に合致する動画を保持しているならば要求元の車両へ返送する。

このシステムを利用したドライバーが交通状況を把握するのに要する時間は、短い方が良い。1枚の静止画像のみの提供でそれが達成されるのが望ましいが、静止画像のみでは車両の速度や停止車両の有無を把握することは難しい。本論文では、静止画像ではなく動画を提供することを前提とする。このシステムでドライバーに提供されることが望ましい動画は、動画を見たドライバーが指定した地点の現在の交通状況を短時間で把握できるものである。本稿ではそのような動画は、以下の要件を満たすと考える。

- 動画の内容が指定された地点の交通状況と矛盾しない  
 車両台数が多く、周辺車両との車間距離が狭い光景を撮影した動画をドライバーが見たならば、その地点が混雑していると認識するだろう。そこで、動画内に車両が多く映り込み、かつ、大きく映る動画をドライバーへ提供することで、道路が混雑しているとドライバーが認識すると考えられる。一方で、動画内に映りこむ車両が少なく、かつ、小さく映る動画をドライバーへ提供することで、ドライバーはその地点の交通状況を空いていると認識すると考えられる。
- 動画中の光景の移り変わりが指定された地点の現在の交通状況を反映している  
 ドライバーは、継続的に光景がゆっくり流れていたり、頻繁に車両が止まる光景を撮影した動画を見たならば、その地点が混雑していると認識するだろう。従って、低速で走行した車両の動画を提供することで、ドライバーは道路が混雑していると認識すると考えられる。その一方で、高速で止まることなく走行した車両の動画を提供することで、ドライバーは道路が空いていると認識すると考えられる。
- 再生時間が短い動画

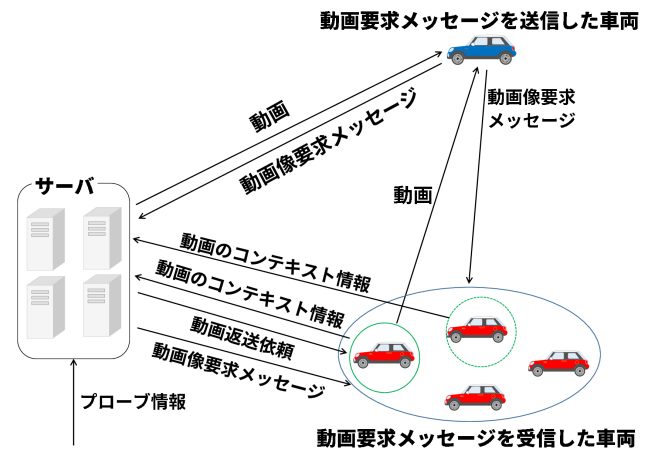


図 4: システムの全体像

動画	動画のコンテキスト情報
時刻: 13:05:24 	撮影時の速度: 15km/h 車両台数:3 座標: 34.707066, 137.734124 面積: 1% 方向: 23
時刻: 13:05:25 	撮影時の速度: 15km/h 車両台数:3 座標: 34.707066, 137.734124 面積: 1% 方向: 23
⋮	⋮

図 5: 動画のコンテキスト情報の例

システムは位置座標や速度、進行方向など車載センサから得た走行情報と画像認識により得た車両台数や面積などの情報をを利用することで、上記の要件を満たす動画をドライバーへ提供する。

### 4. 指定された地点の交通状況に基づいた撮影映像選択方式の基本動作

本稿で想定するリアルタイム動画像カーナビシステムの全体構成を図4に示す。このシステムは車両とサーバにより構成される。サーバと車両間の通信はセルラ網などの広域無線通信が用いられる。また、車両間の通信には車々間通信か広域無線通信が用いられる。

このシステムでは、各車両は定期的に車載カメラにより撮影した動画を自身の内部ストレージに保存する。また、図5に示すように、車載センサから得られる時刻や位置座標、速度と、画像認識により得た動画中に映る車両の台数や面積などの動画に関する情報を動画のコンテキスト情報として自身の内部ストレージに保存する。車両は定期的に、内部ストレージに保存された動画のうち、撮影後の経過時間が長い部分とそれに伴う動画のコンテキスト情報を破棄する。

#### 4.1 動画要求メッセージの作成と送信

ドライバーがおおまかな撮影対象と方向を示した音声システムへ入力すると、システムは音声入力とコンテキスト情報からドライバーの現在置かれている状況を推測する。システムは、推測した状況とデジタル地図の情報に基づき、ドライバーに有用となると期待される動画の撮影条件を推測する。撮影条件には、ドライバーの希望する撮影時の位置座標、方向、時刻を含む。システムはこの撮影条件を含めて動画要求メッセージに含めて、撮影条件に記された位置座標付近の車両に向けて送信する。この要求メッセージ送信処理は、サーバ経由、あるいは車々間通信によって行われる。

#### 4.2 動画要求メッセージ受信後の車両とサーバの振る舞い

車両は他車両、もしくはサーバから要求メッセージを受信すると、それに付加された撮影条件を抽出する。車両は撮影条件と自身の保持する動画のコンテキスト情報を比較し、自身の持つ動画が条件を満たすかを判定する。車両が条件に合致する動画を保持しているならば、動画のコンテキスト情報をサーバへ送信する。

サーバは収集した動画のコンテキスト情報に基づき、どの車両が動画を要求元へ返送すべきかを選択する。このように動画を要求元へ返送する車両を選択する処理を、**撮影車両選択処理**と呼ぶ。また、サーバは選択された車両に対して、選択された車両の動画のコンテキスト情報に基づき、その車両が保持する動画の抽出・加工方法（車両が保持する動画の抽出秒数、抽出開始時刻）を含む動画返送依頼メッセージを送信する。サーバから動画返送依頼を受信した車両は、返送依頼に付加された動画の加工方法に基づいて、自身の保持する動画を短時間の区間に切り出し、再生速度を倍にした短時間再生動画を生成する。車両は、生成した短時間再生動画を倍速にした短時間短縮再生動画を生成する。このような動画の抽出と加工方法の決定と、それに従った処理のことを、以下では、**動画抽出・加工処理**と呼ぶ。

#### 4.3 ドライバが動画画像から受ける印象の差異

車両が同じ交差点を同一方向から撮影した動画であっても、撮影した車両の位置や走行速度、動画に映り込む車両台数や大きさなどの要因により、ドライバーが受ける印象は異なる。異なる車両が同一地点の交差点を同一方向から撮影した車載カメラ動画画像から抽出したフレームを図6(a)–(d)に示す。このような車載カメラ動画画像から、ドライバーが受ける印象の違いを調べ、その傾向から撮影画像選択処理と動画抽出・加工処理を実現するための方針を立てた。

(1) 指定地点が混雑している場合、低速で走行した車両を動画返送車両として選択する。道路が空いている場合、比較的高い速度で走行した車両を動画返送車両として

選択する。

一般的に、車両の速度が高いほど、車両とその前方を走行する車両との車間距離は長くなる。また、高い速度で走行中の車両が撮影した動画は光景の変化が大きい。車両が低速での走行中に撮影した図6(a)と停車中に撮影した図6(c)の画像を比較すると、より高い速度で走行中に撮影した図6(a)は車間距離が長くなっている。したがって、ドライバーに対して道路が空いている印象を与えられる可能性が高いと考えられる。その一方、低い速度で走行中に車両が撮影した画像は、前方車両との車間距離も狭いため、その地点が混雑している印象をドライバーへ与えられると考えられる。そこで、道路の混雑状況に応じて、選択されるべき車両の速度の基準を切り替える。

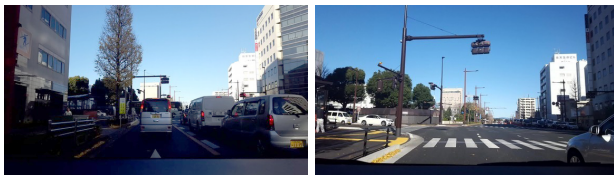
(2) 指定地点が混雑している場合、動画に映る車両の台数と面積が大きい動画を保持する車両を選択する。道路が空いている場合、動画に映る車両の台数と面積が少ない動画を保持する車両を選択する。

一般的に、混雑している道路には、車両が多数走行しており、また各車両の車間距離が狭いため、そのような状況の道路を走行中に撮影された動画には、多数の車両が大きく映りこむと考えられる。その一方、空いている道路を走行中に撮影された動画には、少数の車両が小さく映りこむと考えられる。例えば、交差点の先頭で停車中の車両が撮影した図6(b)の画像は、映り込んだ車両の数もその面積も小さく、交通量が少ない印象をドライバーに与える。したがって、実施には道路が混雑していたとしても、この動画撮影車両を選ばないようにする。このように、道路の混雑状況と動画に映り込む車両の台数と面積の関係に矛盾が生じないように撮影車両を選択する。

(3) 車両が停車中以外に撮影した動画を切り出す  
車両が低速で走行中に撮影した図6(a)と停車中に撮影した図6(c)の画像を比較すると、前者では、前方車両1台のみが画像内を占有する面積が比較的小さいため、周辺車両の様子が把握しやすいといえる。また、車両が停車中以外に撮影した動画内の光景は自車両の走行とともに移り変わるため、停車中に撮影した動画では見ることのできない車両を動画内に収めることができる可能性が高い。一方、停止時は前方車両との車間距離が狭くなり、見通しが悪い。このため周囲の車両の台数の把握が困難となる。そこで、停車中の時間を避け、停車中以外の期間に撮影された部分のみを提供するようにする。

#### 4.4 交通状況に応じた撮影車両選択処理と動画抽出・加工処理

前節で示した方針(1)、(2)に基づいて撮影車両選択処理



(a) 車両が走行中に撮影した画像 (車速が低い) (b) 信号の先頭で停車した車両が撮影した画像



(c) 車両が停車中に撮影した画像 (d) 車両が走行中に撮影した画像 (車速が高い)

図 6: 同一地点・同一方向から撮影した画像例

を行い, (3) に基づいて動画抽出・加工処理を行う。交差点の中心座標から中心に向かった指定方向とは逆向きに距離  $d$  離れた地点までの区間を, サーバが動画を返送する車両を選択するための判定区域  $D$  とする。サーバは,  $D$  内における車両の平均速度 ( $\bar{V}$ ) と, 単位時間あたりに動画内に映り込んだ平均車両台数 ( $\bar{N}$ ) と平均面積 ( $\bar{S}$ ) の指標を利用して, 要求元へ動画を返送する車両を選択する。撮影動画から抽出する動画の長さを  $\tau$  とする。また, サーバが動画を返送する車両や動画の抽出に利用するための速度の閾値を  $V_{th}$  とする。なお,  $V_{th}$  の値は, VICS の混雑度の区分に利用される 20km/h とする。以下に, 道路が「混雑している」/「空いている」の 2 値に設定した場合の車両の選択方法と動画の抽出・加工方法を示す。

● 交通状況に応じた撮影車両選択処理

指定された地点の道路が混雑している場合

- $\bar{V} < V_{th}$  を満たす車両の中から  $\bar{N}$  が最も大きい値を持つ車両から動画を返送する車両を選択する。もし,  $\bar{N}$  の値が同数の車両が複数あるならば,  $\bar{S}$  が大きい値を持つ車両を動画返送車両とする。

指定された地点の道路が空いている場合

- $\bar{V} \geq V_{th}$  を満たす車両の中から,  $\bar{N}$  が最も小さい値を持つ車両を選択する。  $\bar{N}$  が同数の車両が複数あるならば,  $\bar{S}$  が小さい値を持つ車両を動画返送車両とする。

- 交通状況に応じた動画抽出・加工処理 以下の各条件に応じて動画抽出の終了時刻  $t_c$  を決定し,  $[t_c - \tau, t_c]$  の区間の動画を抽出する。

指定された地点の道路が混雑している場合

- 車両が  $D$  内で停車した場合, 車両が最初に  $D$  内で停車した時刻を  $t_c$  とする (図 7(A)). 車両が  $D$  内で停車することなく通過した場合, 交差点の中心に最接近した時刻を  $t_c$  とする (図 7(B)).

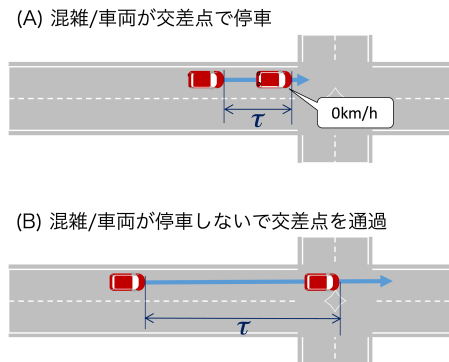


図 7: 指定地点の道路が混雑している際の抽出区間

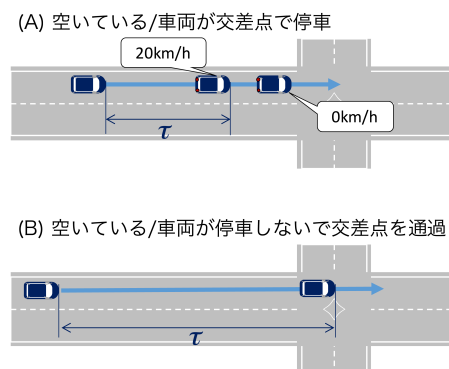


図 8: 指定地点の道路が空いている際の抽出区間

指定された地点の道路が空いている場合

- 車両が  $D$  内で停車した場合には, 区間内での減速により速度が初めて  $V_{th}$  の速度に達した時刻を  $t_c$  とする (図 8(A)). 車両が  $D$  内で停車することなく通過した場合, 交差点の中心に最接近した時刻を  $t_c$  とする (図 8(B)).

こうして抽出した動画をドライバが素早く確認できるように倍速に加工して, 要求元車両のドライバへ提供する。

4.5 システムの詳細構成

前章の交通状況に応じた撮影車両選択処理と動画抽出・加工処理システムを踏まえたシステムの詳細構成を図 9 に示す。システムはサーバのエージェントと動画返送車両選択/交通状況取得エンジンと, 車両のエージェントと動画解析/動画抽出・加工エンジンにより構成される。

● 車両のエージェントの役割

車両のエージェントは, 撮影条件が付加された動画要求メッセージを受信した際に, 撮影条件と自身の保持する動画のコンテキスト情報を比較し, 合致した動画を保持しているかを判定する。車両が動画を保持しているならば, 撮影条件を満たす時間付近の動画のコンテキスト情報をサーバへ転送する。エージェントはサーバから動画を要求元へ返送する動画返送依頼を受信したならば, 動画の抽出開始時刻と動画の抽出時間を取得する。これらの情報を動画抽出・加工エンジン

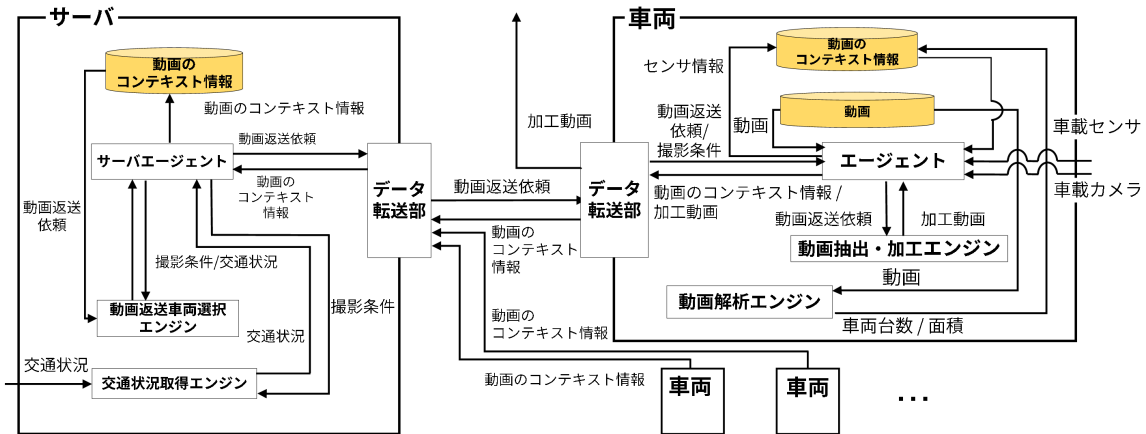


図 9: システムの詳細構成

に問い合わせ、短時間短縮再生動画を得て、要求元へ送信する。

- 動画解析エンジンの役割

動画解析エンジンは定常的に撮影されている動画から毎秒 1 フレームの画像を抽出する。動画解析エンジンは画像認識により、フレームに映りこむ車両の台数と画像に占める車両の面積を計算する。車両は取得した情報を動画のコンテキスト情報として車両の内部ストレージに保有する。

- 動画抽出・加工エンジンの役割

動画抽出・加工エンジンは、動画返送依頼に基づいて短時間短縮再生動画を作成する。

- サーバのエージェントの役割

サーバのエージェントは、車両から収集した動画のコンテキスト情報をストレージに保存する。また、要求元から撮影条件を受信後に一定時間経過したならば、その条件にあたる地点の現在の交通状況を交通状況取得エンジンに問い合わせ取得する。エージェントは、交通状況と撮影条件、動画のコンテキスト情報を用いて、動画返送車両選択エンジンに動画の抽出時刻と抽出時間が記された動画返送依頼メッセージを問い合わせ取得する。

- 交通状況取得エンジンの役割

撮影条件を取得した交通状況取得エンジンは、条件の位置座標の現在の道路が混雑しているか空いているかを推定する。混雑度の推定は、VICS[10]などのテレマティクスサービスや混雑時の車両の平均速度などを計測した交通センサ [11] などの統計データと車載センサやデジタル地図を組み合わせて行う。

- 動画返送車両選択エンジンの役割

動画返送車両選択エンジンは撮影条件と交通状況、動画のコンテキスト情報に基づいて、要求元へ動画を返送する車両を選択する。また、選択された車両が短時

間の動画を生成するための抽出開始時刻と抽出時間を決定する。

## 5. プロトタイプの試作

### 5.1 プロトタイプの実装

前章にて設計した複数の動画から交通状況と矛盾しない動画を選択・抽出・加工して、短時間の動画として提供するシステムのプロトタイプを、Windows 8.1 上に作成した。動画内の車両台数と面積を計算するため、画像処理ソフトウェアライブラリ OpenCV[12] を用いた。この車両検知には、複数の矩形領域内の平均輝度差に基づいて検出対象の物体か非検出対象の物体かどうかを判定する Haar-like 特徴量を利用する。また、複数の弱識別器を用いて識別性能の高い強識別器を生成するブースティング手法の一つである AdaBoost により学習したカスケード型検出器を用いて車両の検出を行う [13]。この検出器を作成するため、車載カメラにより車両の後部を撮影した画像を 3500 枚、非検出対象として車両が映り込まない画像を 3500 枚用意し学習サンプルとした。この学習用サンプルを学習させた検出器で車両の後部が画像内に出現する位置とおおよその大きさを検出するようにした。車両の検出例を図 10 に示す。動画の抽出・加工には、FFmpeg を用いた [14]。本プロトタイプでは事前に用意した動画から 3 秒の動画を抽出する。

本プロトタイプは、交差点を対象とした要求に対処するように設計されている。プロトタイプは、交差点の中心の位置座標 (図 11 にて示されている赤点) とドライバーの希望する撮影方向 (図 11 にて示されている緑色の矢印が示す方向) が記された撮影条件に対処し、複数の車両が撮影した動画の中から交通状況に応じて 1 本の動画を選択する。また、指定された地点付近の道路が (混雑している/空いているか、の 2 値) がシステムに入力されるものとした。前章で述べた撮影車両選択処理と動画抽出・加工処理におけるサーバの判定区域  $D$  の長さ  $d$  は 100m に設定した。



図 10: 画像認識による車両検出例

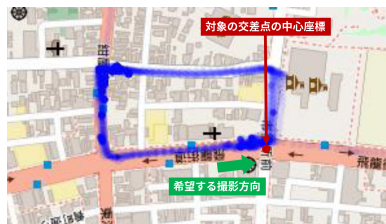


図 11: 動画を収集する際に車両が走行した経路



図 12: システムにより選択・加工された図 14, 15 における 18 番目の動画 (指定地点が混雑している場合)

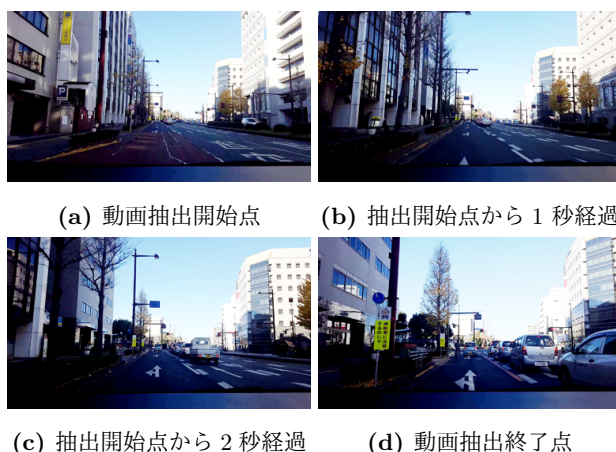


図 13: システムにより選択・加工された図 14, 15 における 18 番目の動画 (指定地点が空いている場合)

## 5.2 撮影動画の収集

試作したプロトタイプの動作を検証するため、筆者ら

は、カメラのズームを固定したスマートフォンを車両前方のダッシュボードに取り付け、静岡県浜松市内の道路を図 11 の青点の経路で周回走行し動画像を収集した。収集した動画の解像度は  $1920 \times 1080$  画素である。スマートフォンの GPS と加速度センサ、地磁気センサにより位置座標や角加速度、速度情報などの走行データを収集した。収集した動画と車両の走行データを各周毎に分割し、異なる時間帯において同一方向・同一経路を走行中に撮影された約 3~8 分の動画を 18 本用意した。18 本の動画について、前述した画像処理による車両検知により動画に映った車両台数と面積と位置座標や走行速度などの動画のコンテキスト情報を作成した。なお、18 本の動画中全てにおいて、指定された交差点で赤信号にしたがって停車した。これは制限速度を維持して周回走行する場合、指定された地点では常に信号が赤に切り替わるためである。

## 5.3 動作結果・考察

ドライバーにより指定された交差点が混雑している場合と空いている場合、試作したプロトタイプが 18 本の動画から選択した動画を図 12 と 13 の (a)-(d) に示す。(a)-(d) はそれぞれシステムが抽出した動画を抽出開始点から抽出終了点まで 1 秒ごとに抽出したものである。また、各動画における車両の平均車両検知数と動画中に車両が占める平均占有面積の割合を図 14 と 15 に示す。これらの図より、指定された地点が混雑している場合と空いている場合とで、システムがドライバーへ提供する動画が異なることが確認できる。

図 12 を見ると、動画の開始点で前方車両との車間距離が狭くなっている。したがって、この動画を提供されたドライバーはその地点の道路が混雑していると認識すると考えられる。一方で、図 13 の動画の開始点 (a) では、前方車両との車間距離が長い。そのため、動画の開始点を見たドライバーに対しては道路が空いていることを認識すると考えられる。しかしながら、動画の終了時点では、前方車両との車間距離が短くなっている。このため、ドライバーは道路が混雑していると誤認識する可能性がある。このとき車間距離が短くなったのは前方の車が信号待ちを始めたためである。この動作検証で使用した動画は、対象とした交差点の信号で毎回停車した車両が撮影したもののみだったので、このような車間距離の動画が提供されることになった。

4.4 に示した条件を満たすような車両が見つからない場合、ドライバーに交通状況の誤認識をさせないような適切な動画を提供するのが難しくなる。このような場合の対策として、あらかじめ保管しておいた動画像を利用する方法が考えられる。例えば、速くない過去に撮影された現在の交通状況と矛盾しない動画を保存しておいて、現在の交通状況と矛盾しない動画を提供できる車両がいなければ、サーバが保存しておいた動画を提供する方法が考えられ

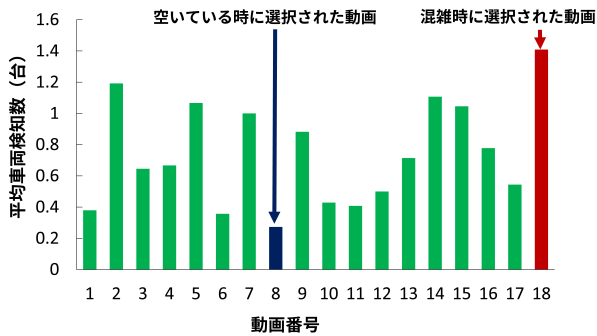


図 14: 各動画における車両の平均検知数

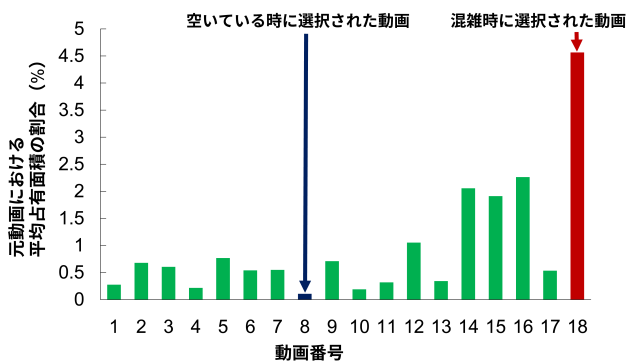


図 15: 各動画における車両の平均専有面積の割合

る。ただしこの方法では、車両からの要求の有無にかかわらず動画を収集することになるので、システムの平均的な負荷が大きくなるという欠点がある。また、リアルタイム性も低下する。

## 6. おわりに

リアルタイム動画像カーナビを実現するため、ドライバーの希望する地点を走行した車両の走行速度や動画像に映る車両台数などのコンテキスト情報に基づき、その地点の現在の交通状況と矛盾しない光景を撮影した車両を選択し、ドライバーが直感的に交通状況を理解しやすい短時間短縮再生動画を提供する方法を提案した。この方法では、車両の位置座標や速度などの挙動と撮影した動画に映りこむ車両の台数や面積により、指定した地点の交通状況を撮影した複数の車両の車載カメラ動画から交通状況に応じた動画像を抽出して提供する。本稿では、そのシステムの設計とプロトタイプの実装を行い、同システムにより、交差点の様子を知りたいとシステムに要求したドライバーに対して、同一地点を同一方向から交差点を撮影した複数の動画像の中からドライバーが直感的に混雑状況を把握できる動画像を提供できることを確認した。今後は、対応可能な要求の種類を増やすとともに、より多くのシナリオで交通状況の視認のしやすさや誤認識の有無などを定量的に評価する予定である。

謝辞 本研究は、科学研究費補助課題番号 23300024，お

よび 15H02689 の助成によるものである。

## 参考文献

- [1] 松本克也, 伊藤亮輔, 石原進: 車車間通信による近接車両間協調動作とセルラネットワークを用いた低サーバ付加車載カメラ画像提供手法, 情報処理学会論文誌, Vol.56, No.11, pp.2106-2116 (2015).
- [2] S. Ishihara., N. Nakamura., and Y. Niimi., Demand-based location dependent data dissemination in VANETs, In Proceedings of the 19th annual international conference on Mobile computing networking, pp.219-222 (2013).
- [3] 伊藤亮輔, 石原進: ドライバの曖昧な撮影位置要求に対するコンテキスト情報に基づく車載カメラ画像の撮影位置決定方式の設計, 電子情報通信学会技術研究報告, Vol.114, No.417, pp.141-146 (2015).
- [4] スマートループアイ:  
<http://pioneer.jp/carrozzeria/cybernavi/avic-vh0009hud-avic-zh0009hud/smartloop/>
- [5] GoogleMaps: <https://maps.google.com>
- [6] Waze: <http://www.waze.com>
- [7] W. Woerndl., J. Huenbner., and V. Prinz.: A Model for Proativity in Movie, Context-Aware Recommender System, Proceedings of the fifth ACM conference on Recommender systems, pp. 273-276 (2011).
- [8] R. Bader, W. Woerndl., and P. Vivian. : Situation Awareness for Proactive In-Car Recommendations of Points-Of-Interest (POI)., Proceedings of Workshop on Context Aware Intelligent Assisstance (2010).
- [9] 玉井森彦, 尾上佳久, 安本慶一, 福倉寿信, 岩井明史: 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, Vol.65, No.36, pp.229-236 (2013).
- [10] VICS: <http://www.vics.or.jp/>
- [11] 国土交通省交通センサス:  
<http://www.mlit.go.jp/road/census/h22-1/>
- [12] OpenCV: <http://opencv.jp/>
- [13] P. Viola., and M. Jones.: Rapid Object Detection using a BOosted Cascade of Simple Features', In IEEE ICCV Workshop on Statistical and Computational Theories of Vision, VAnancouver, Canada July 13 (2001).
- [14] FFmpeg: <https://www.ffmpeg.org/>