

静止画インターネット放送を用いた通しやすい道共有手法の検討

廣田夏輝^{†1} 中野裕貴^{†1} 齊藤義仰^{†1} 西岡大^{†1} 村山優子^{†1}

近年、携帯端末やカーナビゲーションによるナビゲーションシステムの増加に伴い、運転者に快適かつ効率的な運転を支援する ITS(Intelligent Transport System)が発達している。しかし、現状のシステムではセンサから情報を収集し、分析した結果をユーザへ提供するため、提供された情報と実際の現状に差が生じてしまうなどの課題が挙げられる。そこで、運転者が安全に通行できるように、道路の路面情報をタイムリーに提供する必要が考えられる。本研究では、路面情報を共有する手法として、静止画インターネット放送システムを利用する。利用者はタイムリーな情報共有をすることで、通しやすい道路を選択することが可能となる。また、利用者間でのコミュニケーションによる新たな知識の獲得が期待される。本稿では、既存の ITS の現状と課題を挙げ、解決案および提案システムの設計と実装について述べる。

A Study of Safe Road Sharing Method with a Still Picture Internet Broadcasting System

NATSUKI HIROTA^{†1} YUKI NAKANO^{†1} YOSHIA SAITO^{†1}
DAI NISHIOKA^{†1} YUKO MURAYAMA^{†1}

Recently with an increase in navigation systems by portable terminals and car navigation devices, ITS which support comfortable and effective driving has been evolved. However, in existing systems, it is difficult to offer real-time information to users since it needs to collect information from sensors and to analyze the collected information. Road surface information has to be provided timely so that drivers can pass through safe road. In this research, we use a still picture internet broadcasting system as technique to share road surface information. It enables users to share the information timely and to choose road which is easy to pass. Moreover, the new knowledge of the road condition can be acquired by communication between drivers and users. In this paper, we mention the existing ITS and its problems and describe the design and implementation of our proposed system.

1. はじめに

近年、日本では自動車による交通量の増加と情報技術の発達に伴い、交通情報を取得するための交通情報システムが開発されている。東北地方の冬は降雪量が多く、すべての道路について除雪車を走行させることは困難であり、道路によって除雪状況に差が生じる。また、交通事故の発生や、道路の改修工事による交通規制が起こることで道路の交通状況は一定ではなくなる。そのような天候や気温の変化での路面状態や、時間帯の違いによる交通量の変化、車両の種類などの要因により、運転者にとっての道路の「通やすさ」が異なる。運転者にとって、道路情報を把握することは運転する時に重要視する要因¹⁾であり、情報に対する需要も高い²⁾。

現在、道路情報を取得するためのシステムとして ITS(高度交通情報システム: Intelligent Transport System)が発達している。従来の高度交通情報システムとして VICS(道路交通情報通信システム: Vehicle Information and Communication Systems)などが挙げられる。VICS とは機関が収集した道路情報を FM多重放送などにより発信し、個々の車両のカーナビゲーションシステムが情報を受信、目的地までの経路選択に利用するというシステムである。また、海外での ITS

の動向について、オランダでは The National Data Warehouse for Traffic Information が、上海、釜山でもそれぞれ交通情報センターが稼働している。先進国のみでなく、発展途上国のスリランカでもバスを利用した路面情報のモニタリングの研究³⁾が行われている。このように、道路情報の需要は海外でも高く、様々なシステムが開発、運用されている。

しかし、VICS では道路上の情報を収集し、センターに情報を送信して分析した結果がユーザに提供されるため、ユーザが情報を取得するまでに時間がかかってしまう。また、文字や音声のみでの情報提供手段のため、状況を把握しにくいなどの課題が挙げられる。そこで、運転者に道路の情報をタイムリーかつ、状況を把握できるように提供することが重要となる。

一方、我々は 3G 回線を用いてインターネット放送を視聴する際に問題となる通信トラフィックの不足を解決するために、動画ではなく静止画像を用いて放送を視聴することで通信トラフィックを抑制する視聴者用の静止画インターネット放送システムの提案と実装を実施している。スマートフォンと 3G 回線を用いてインターネット放送を行うため、どこでも放送を行うことが可能となる。

本研究では、静止画インターネット放送システムを応用した、道路情報共有システムを提案する。本システムでは、運転者がスマートフォンを用いて道路の運転状況を音声と静止画像を用いて配信する。利用者はシステム上から自分

^{†1} 岩手県立大学大学院ソフトウェア情報学研究所
Graduate School of Software and Information Science, Iwate Prefectural University

が道路情報を得たい地域の配信を行っている車を選択し、音声と静止画像を取得する。また、視聴者のコメントから需要のある情報に対して回答することで質の高い放送を提供する。本システムにより、運転者の求める需要の高い情報を提供することで、安全に通行することができる道路を選択することが可能となる。

本稿では、既存の高度交通情報システムについて特徴と課題を挙げる。次に、挙げられた問題点を考慮した、音声と静止画像による道路情報共有システムについて述べる。最後に考察と今後の課題について述べる。

2. 関連研究

近年、道路情報を取得する手段としての ITS(高度交通情報システム: Intelligent Transport System)が発達している。本節では既存の道路情報を共有するためのシステムについて特徴と課題を挙げる。

2.1 プローブカーシステム

従来の交通情報システムは、路上に設置したセンサから道路の情報を取得し、その情報を基に交通情報を生成していた。しかし、情報を取り扱う範囲が大きくなればなるほどセンサの設置のためにコストがかかるという問題が挙げられる。そこで、道路の情報を取得するためのセンサとして自動車を用いるプローブカーシステムが考案された。プローブカーシステムとは、自動車などの通信移動体の1台1台をセンサとすることで道路情報を収集するシステムである。これにより、道路にセンサを設置するコストを削減でき、道路全体の情報を収集することが可能となった。一般的には車両の位置、速度などの情報を取得することができる。車両から取得した情報をもとに分析したデータを様々な交通情報システムを用いてユーザに提供する。プローブカーシステムの課題としては、車内にセンサを設置するため走行しない道路の情報は取得できないという点、リアルタイムに道路の情報を網羅するには多くのプローブカーを走行させる必要があるという点である⁴⁾。

2.2 既存の道路情報共有手法

道路情報を共有するサービスの1つとして通行実績マップが挙げられる。通行実績マップは、Honda が作成した、プローブカーデータを活用してどの道が通行可能であるかをマップ上に表示するサービスである。通行実績マップは、被災地域への移動支援を目的としたものであり、2007年の新潟県中越沖地震⁵⁾、2011年の東日本大震災⁶⁾などで活用された実績がある。プローブカーで収集したデータから、マップ上でどの道が通行可能であったか可視化することができるが、あくまでどの道に通行実績があったかを示すのみであり、それぞれの道路がどのような状態であるかまでは分からない。

また、池田ら⁷⁾はスマートフォンを用いて過去の車内で起こった会話を運転者に提供する手法を提案している。スマートフォンを用いて任意の場所での車内の会話と位置情報を取得・記録する。記録された場所を通行した場合に、

端末に位置情報と関連付けられた車内の会話が配信される。スマートフォンを車内に持ち込むことで、ラジオのように音声で情報を提供するため、利用者が情報を探索する手間を省き、運転中でも情報の取得が可能となる。しかし、過去の車内会話を利用者に提供するため、特定の道路を通行したときにしか情報は発信されない。また、過去の状況と現在の状況が異なる可能性や、交通量の少ない道路に関する情報が十分に得られない可能性が挙げられる。

2.3 既存システムの課題

既存のシステムにおいて挙げられる問題点がいくつか存在する。まず、利用者側からみてタイムリー性に欠ける点である。例えば、出発前にサービスで通行する道路について渋滞が無いか確認したが、その地点に差し掛かった時には渋滞が発生していたという例がある。これは、プローブカーによる情報の収集や、収集した情報の分析に時間がかかってしまい、利用者に情報を提供する頃にはすでに新鮮でない情報になってしまうためである。そこで、利用者になるべくタイムリー性の高い道路情報を提供することが重要になる。

次に、道路情報を取得する手段が定型的なことが挙げられる。道路情報システムでは、提供される情報があらかじめ決まっており、利用者が取得したい情報を選択する形が主となっている。システムから得られる情報はプローブカーで収集した情報を分析し、定量化したものであるため、利用者が本当に得たい情報であるかはわからない。そこで、利用者の知りたい情報に対して柔軟に対処することができるシステムが望ましい。

最後に、プローブカーとして情報を収集する自動車の数が少ないことが挙げられる。現状では、情報を収集するための車両がタクシーやバスなどの特定の車両に限定されている。その理由として、情報を収集するために使用するセンサ類を個人単位で導入するにはコストが高いため一般車両に普及しにくい、またプローブシステムを導入しても情報提供者へ対するメリットが明確でないため、利用者が少ないことが考えられる。プローブカーシステムの数が少ないために、すべての道路において情報を得ることは難しく、交通量に比例して取得できる情報量に差が生じてしまう。

2.4 先行研究

先行研究では、3G 環境下において視聴者リクエストにより動的に画質を調整するスマートフォンを用いた静止画インターネット放送システムの提案を実施した。また、通信トラフィックを大幅に消費する動画ではなく、静止画像を用いることで通信トラフィックを抑え、視聴者リクエストにより動的に静止画像の画質を調整することで視聴者自身が望む画質の画像を提供する。本システムにより、3G 回線を利用して、旅行等の出先、屋外での突発的なイベントなどの無線 LAN が使用できない環境でどこでもインターネット生放送を視聴することができる。中野ら⁸⁾の研究では、スマートフォンを用いた放送者側の通信トラフィックを抑えた音声配信と静止画像配信の提案と実装を行っている

る。また、我々は、スマートフォンを用いた視聴者側の通信トラフィックを抑え、放送を視聴するためのシステムの開発と実装を行った⁹⁾。システム起動時に、放送者用クライアントから音声と画像データが視聴者用クライアントに配信される。最初に配信される静止画像は視聴者が見るに耐えうる最低限の画質の画像が配信される。視聴者は表示されている画像に対して、より高画質な画像を見たい場合には放送者側へ高画質化リクエストを送信する。放送者クライアントは高画質化リクエストを受けたならば、現在の画像より画質のいい画像にするために画像の差分を画像サーバへ段階的に送信する。画像サーバは受信した画像の差分を初期段階の低画質な画像と合わせることで画像の高画質化を行う。視聴者からの高画質化リクエストによる段階的な静止画アップロードを行うことで、放送者の通信トラフィックを抑制する。

先行研究では、O.Juhlin¹⁰⁾らの研究で挙げられたモバイル配信の放送トピックスから、様々な利用シーンを想定して実験を実施した。しかし、本稿では放送を行うシチュエーションを車載放送に限定する。車載放送のために、静止画インターネット放送システムを応用することで既存の道路交通情報システムで挙げられた課題を考慮した、道路情報を共有するためのシステムを提案する。

3. 提案システム

本節では、前述した既存の道路交通情報システムの課題を考慮した、静止画インターネット放送を応用した通りやすい道共有システムを提案する。また、本システムにより既存システムの課題を解決するための案について述べる。

3.1 システム概要

本システムでは、通りやすい道情報の共有においてインターネット生放送の形態をとることでリアルタイムな情報共有を行う。通りやすい道の情報とは、放送者自身が経験した道路の走行状況として定義し、運転時の経験を情報として発信することで視聴者が状況を把握しやすく、親しみやすい情報の提供を行う。通りやすい道の情報を基に利用者は安全に通行可能な道を選択することができる。本システムにより、3G 回線を利用して、無線 LAN が使用できない環境でどこでもインターネット生放送を放送・視聴することができる。しかし、3G 回線を用いて通信を行うため、取り扱うコンテンツによっては通信トラフィックを圧迫することが懸念される。また、日本ではパケットを使用しすぎると通信速度に制限をかける携帯電話キャリアも増えてきているため、パケット使用量を抑制する必要が出てくる。そこで、通信トラフィックを大幅に消費する動画ではなく、静止画像を用いることで通信トラフィックを抑え、視聴者リクエストにより動的に静止画像の画質を調整することで視聴者自身が望む画質の画像を提供する。

システムの提案モデルを図 1 に示す。放送者はスマートフォンによる放送者用クライアントを図 2 に示すように車

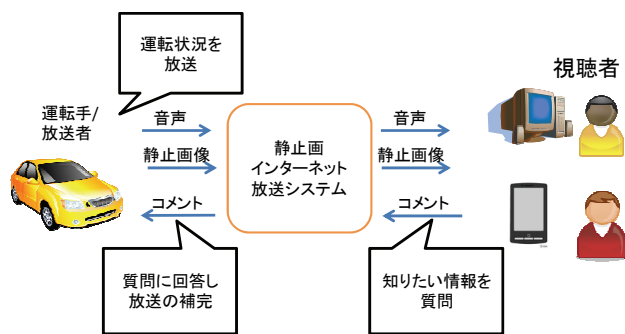


図 1 提案モデル

Figure1 Proposed model



図 2 車内に設置した様子

Figure2 A client for broadcasters in a car

内に設置し、リアルタイムな音声と一定間隔で画像を撮影し配信する。視聴者は任意の放送をマップ上から選択し、視聴者クライアント上で視聴する。音声配信では、リアルタイムな音声の配信と視聴を実現する。画像配信では、放送者側で静止画像を圧縮し、視聴者に配信することで、視聴における通信トラフィックを抑制する。画像配信において、通信トラフィックを削減するために、配信の際、最初に視聴者が見るに耐えうる最低限の画質に圧縮した画像をシステムに送信する。視聴者は現在視聴している画像についてより高画質な画像が欲しい場合には、放送者側に視聴している画像に対する高画質化リクエストを送信する。システムは視聴者からのリクエストが一定数に達したならば、初期に配信した画像よりも高画質な画像を再送するように放送者側へ要求を出す。放送者側では要求を受信したならばより高画質な画像を再送する。ここで、単純に初期段階よりも高画質な画像を再送するだけでは、高画質化リクエストにより画像が高画質化されるたびに何度も画像が再送されてしまい、再送される前の画像が無駄になってしまう。我々は、プログレッシブ JPEG に代表される機能であるプログレッション機能に着目した。初期のモザイク状の低画質な画像を書き換えて、徐々にダウンロードしていくことで画像を鮮明化するので、最初にダウンロードした画像が無駄になることがない。プログレッション機能を画像データのアップロード、ダウンロードに用いることで、最初に送受信された画像が無駄にすることがなく、画質を向上す

ることができ、3G回線を使用している放送者、及び視聴者の通信トラフィックを抑制することができる。視聴者リクエストによる段階的な画像の高画質化を実現することで通信トラフィックを抑制することが可能である。

また、視聴者側では放送者に知りたい情報の要望や質問などを行うために視聴者のコメント機能を付与した。視聴者は画面上で質問や要望をコメントとして打ち込むことで、放送者側へコメントが送信される。表示されたコメントを放送者が認知して、コメントに対応する情報を発信することでインタラクティブな情報の共有が可能となる。

3.2 課題の解決案

本システムにより、既存の道路交通情報システムで挙げられた問題点の解決を図る。まず、タイムリー性を欠いている点に関して、情報の提供に静止画インターネット放送を用いることで、放送者と視聴者の間でタイムリーな情報共有が可能となる。

次に、情報を取得するための手段が定型的な点に関して、音声とコメントによるインタラクティブな情報共有を行うことで視聴者が求める情報を収集することが可能となる。放送者はスマートフォンを用いて静止画像と音声により情報の発信を行い、視聴者は放送に対してコメントを送ることで視聴者の欲しい情報について質問をすることができる。

最後に、プローブカーとしての役割を持つ車の数が少ないことに関して、情報の収集に使用する端末としてスマートフォンを用いることで情報収集機器の一般化を図る。携帯端末をプローブシステムとして扱うことで新規にカメラやネットワーク機器を購入する必要が無く、一般車両にも導入しやすいことが考えられる。携帯端末をプローブ機器の代わりとしている研究¹¹⁾¹²⁾も存在しているが、我々は客観的な数値データではなく、主観的な放送者の経験を情報として発信することで、利用者に親しみやすい情報を提供する。また、放送者が一方的に質問に回答するだけでなく、利用者側からも放送者に対して放送を行っている道についての助言や周辺情報などが発信される可能性も十分に考えられる。これにより、放送者も運転中に情報を得る機会が生まれるため、情報提供者のメリットになる。

4. システムの設計と実装

本節では、提案システムモデルに基づいたシステムの設計と実装について述べる。先行研究として、中野らは放送者側の研究を行っている。放送者クライアントには先行研究で開発されたプロトタイプを用いて修正を施した。放送者クライアントにはAndroidを、視聴者クライアントにはAndroidとPHP、JavaScriptでスマートフォン版とPC版の2種類の開発を行う。クライアントの開発には開発環境が無料で使用でき、アプリケーションの公開が比較的容易なためAndroidを使用した。また、音声配信のサーバにはRed5を使用し、画像サーバにはJavaを用いて変更を施した。

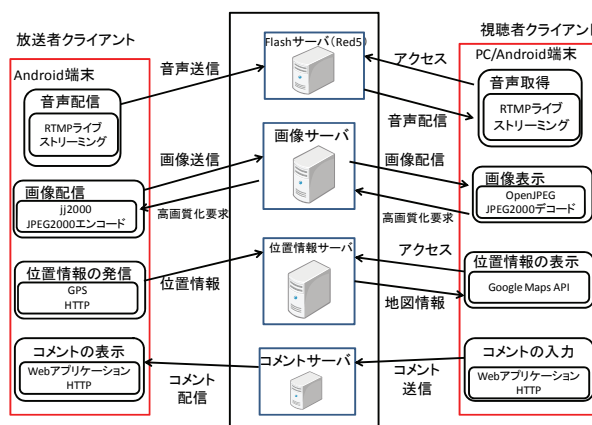


図3 システム構成図

Figure3 System architecture

4.1 システム構成

システム構成を図3に示す。まず、放送者はアプリケーションを起動し、音声と画像の配信を開始する。このときに現在の位置情報をサーバに送信することで現在どこで放送を行っているかを検知する。また、運転中にアプリケーションを起動することになるため、画像の撮影は自動化することで運転中にスマートフォンに触れることが無いようにする。視聴者側では、システムにアクセスすると、どこで誰が放送しているのかという情報がGoogle Maps上に表示される。視聴者は表示されている放送を選択することで放送の視聴を開始する。

音声を送受信する際、クライアント内でサーバのIPアドレスと配信用のチャンネルの名前を指定し、Red5¹³⁾サーバにRTMPコネクションを張る。RTMP (Real-Time Messaging Protocol) はAdobe¹⁴⁾社が独自に開発した通信プロトコルであり、Adobe Flashプレーヤーとサーバ間で、音声・動画・データをやりとりするストリーミングのプロトコルである。Red5サーバに接続が完了したら、音声の取得を開始する。音声の取得と変換にはFFmpegを使用する。FFmpegとは、動画と音声の変換をすることができるフリーソフトウェアである。放送者側ではIPアドレスとチャンネルを指定し、RTMPコネクションを張って音声を配信する。視聴者側でも同様に放送が行われているIPアドレスとチャンネルをRTMPで指定することで音声の取得を行うことができる。視聴者側では音声を取得した後、FFmpegを用いて音声データの変換を行う。その後、変換をした音声データをAndroid端末に標準出力することで音声が出力される。

静止画像の圧縮にはJPEG 2000を使用している。JPEG 2000とは、従来のJPEGよりも高圧縮、高品質な画像圧縮が可能な画像圧縮方式の1つである。JPEG 2000は、解像度、圧縮率などによるプログレッション機能が利用でき、多機能なプログレッション機能が備わっているため、今回の実装で使用した。放送者クライアントで画像サーバにアップロードされる時点で、JPEG 2000でエンコードされた画像データが送信されるので、圧縮されたJPEG 2000のデコードにはオープンソースのJPEG 2000変換ソフトである

OpenJPEG を使用した。

4.2 放送者に対するコメント機能

放送に対して要望や質問を行うための視聴者コメント機能を実装した。視聴者は放送に対してコメントがある場合、インターフェース上からコメントを入力することができる。入力されたコメントはコメント用のサーバへ送られ、放送者を含む、同一の放送内にいるユーザへコメントが配信される。視聴者クライアント側では、受信したコメントは画面右のコメント欄に表示され、放送者クライアント側では画面内に表示されるとともに音声による読み上げを行う。今回、Android 端末での音声読み上げについて外部ツールである N2 TTS¹⁵⁾を使用した。

4.3 位置情報の利用

利用者がどこで放送が行われているかを把握するために GPS を用いた位置情報取得機能を実装した。放送者は画像の撮影時に Android 端末内の GPS から取得した位置情報を位置情報サーバへ送信する。位置情報サーバ内では放送開始時に入力されたユーザ名と送信された位置情報を関連付けて保存する。利用者側では、システムにアクセスすると最初に Google Map が表示される。この時に保存されていた位置情報から現在誰が、どこで放送を行っているかを取得し、マップ上にピンとして可視化する。表示されているピンをクリックすると視聴者用クライアントが起動し、放送を視聴することができる。位置情報を用いることで、どこの場所で放送が行われているか把握しやすくなるが、個人情報を取り扱うことによるプライバシーの保護を考慮する必要がある。

4.4 静止画像の自動撮影機能

放送者は運転を行っているため、スマートフォンを保持、または操作することはできない。そこで、放送者がスマートフォンの操作を行う必要を無くすために、自動撮影機能を実装した。自動撮影機能では、一定時間経過したら撮影を行うタイマー型と、一定の距離を走行したら撮影を行う位置情報型の 2 パターンについて実装した。

4.5 ユーザインタフェース

放送者クライアントのユーザインタフェースを図 4 に示す。放送者クライアントのユーザインタフェースでは画面全体がカメラの画面となり、画面上に視聴者から送信されたコメントが表示される。オプションメニューの Connect ボタンと Login ボタンを押すことで各サーバに接続する。起動時に Red5 との接続が完了すると、スマートフォンのマイクから入力された音声サーバへ配信される。画像の撮影にはスマートフォンに触れることなく撮影できるように自動化した。

次に、視聴者用の放送選択画面を示す。視聴者はシステムにアクセス後、視聴したい場所の放送を選択することができる。視聴者が放送を選択するにあたり、放送者がどこで放送を行っているかという情報を可視化するため、

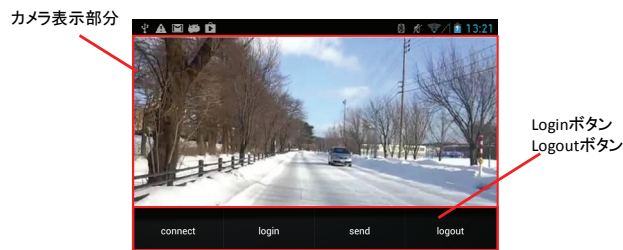


図 4 放送者クライアントのユーザインタフェース
 Figure4 User interface of a broadcaster client



図 5 視聴者クライアント(PC)のユーザインタフェース
 Figure5 User interface of an audience client (PC)

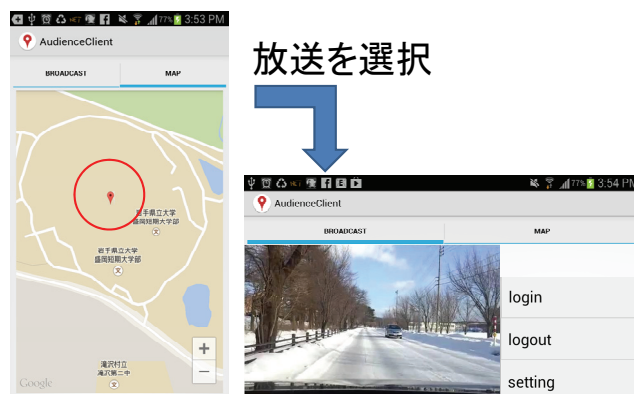


図 6 視聴者クライアント(Android)の
 ユーザインタフェース

Figure6 User interface of an audience client (Android)

Google Map 上に放送者の情報を設置した。利用者はマップ上から視聴したい放送を選択することで視聴者クライアントを表示する。PC を用いる場合の視聴者クライアントのユーザインタフェースを図 5 に、Android を用いる場合の視聴者クライアントのユーザインタフェースを図 6 に示す。視聴者クライアントは画像表示部分、リクエストボタン、コメント入力部分、コメント表示部分で構成される。視聴者クライアントのユーザインタフェースでは画面全体が静止画像の表示画面となり、表示されている画像に対してより画質の良い画像を見たい場合には、リクエストボタンを押すことで高画質化リクエストを送信することができる。

オプションメニューを押すことでログイン、ログアウトの機能を使用することができる。画像サーバと接続する Login ボタン、各サーバとの接続を切断する Logout ボタンが存在する。起動時に Red5 へアクセスが成功すると配信された音声流が流れる。また、放送者側から画像が配信されると表示画面に静止画像が表示される。

5. 考察

本システムで期待される効果としては、放送による道路情報を取得するため、タイムリー性が高くなり、リアルタイムな状況から経路を選択することで快適な運転が可能となることが考えられる。次に、柔軟な情報共有により、静止画像と放送者の経験からリアリティのある情報を共有することが期待される。また、放送者から視聴者へ情報を発信するだけでなく、放送者が現在走行している道路についての情報を視聴者から得る機会が増えることでインタラクティブな情報共有が期待される。放送者側にも放送を行うメリットが生まれることで、放送者数が増加する可能性が考えられる。最後に、情報を発信するツールが一般化することでプローブカーとして道路情報を収集するための車両が増加し、網羅的に路面情報を収集することが可能となる。

今後の課題として、本稿で実装したシステムのプレテストを実施することが挙げられる。プレテストを行うことで、ユーザが必要としている機能や、ユーザがどのような情報を欲しいかなど、改良すべき点の洗い出しを実施する。次に、評価方法の検討が挙げられる。本稿ではシステムの提案と実装を実施したが、評価については行われていない。したがって、視聴者が満足してシステムを利用できているか、ユーザビリティなどの点について評価を行う必要がある。今回は視聴者クライアントに PC と Android を用いているが静止画像の表示画面の解像度が両者で違うため、Android では満足して視聴できるが PC の画面では見にくいなどの差が生じる可能性がある。ユーザビリティについては、運転時に影響を及ぼさないインターフェースにする必要がある。そこで評価を実施し、評価結果から得たフィードバックを基にシステムを改善し、システムの公開を行う予定である。

6. おわりに

本稿では、既存の道路交通情報システムの課題を挙げ、問題点を考慮した路面情報共有システムの提案と実装を実施した。既存のシステムの課題として、タイムリー性の欠如、情報の取得方法が定型的、情報発信のためのツールが高コストという点が挙げられた。そこで、スマートフォンを用いた静止画インターネット放送システムを応用することで既存のシステムの課題の解決を図る。運転者自身の経験を基にした路面の情報を「通りやすい道」情報とし、情報の共有のためのシステムを提案する。情報の共有に放送

という形態をとることでタイムリーな情報共有を可能とし、視聴者が放送者に対して質問できるようにしたことで柔軟な情報の取得が可能となる。また、スマートフォンのみで情報の発信を可能とすることで機器の一般化を図る。

本稿では設計と実装までを行った。今後の課題として、プレテストを実施することで運用に必要な機能の選定を行い、システムの公開を目指す。また、利用者が満足するシステムであるかどうかについて評価を実施する予定である。

参考文献

- 1) 国弘由比: ITS 産業の動向と発展に向けた課題, 情報処理学会研究報告. ITS, [高度交通システム] 2008(25), 1-8.
- 2) 加藤由恵, 山根信二, 村山優子: 岩手の冬道における交通情報の需要と供給に関する考察, 情報処理学会研究報告. ITS, [高度交通システム] 2003(114), 43-50
- 3) Kasun De Zoysa, Chamath Keppitiyagama, Gihan P. Seneviratne, W. W. A. T. Shihan.: A public transport system based sensor network for road surface condition monitoring, Proceedings of the 2007 workshop on Networked systems for developing regions, August 27-27, 2007.
- 4) 横田孝義, 尾田至, 王文佳, 水田博明, 高田治: プローブカー情報を基にした道路交通情報の生成, 日立評論, 88, 8, 628-633, 2006.
- 5) 秦康範, 鈴木猛康, 下羅弘樹, 目黒公郎, 小玉乃理子: 新潟県中越沖地震における通れた道路マップの提供とプローブカー情報の減災利用実現に向けた課題と展望, 日本地震工学会論文集 第9巻2号, 148-159
- 6) 菅原 愛子: フローティングカーデータを用いた安全・環境技術の開発, 電子情報通信学会誌 95(8), 712-717, 2012-08-01.
- 7) 池田政人, 松村耕平, 角康之: 車内会話を利用した街の生活感の可視化, 情報処理学会 インタラクション 2013, 764-767
- 8) Yuki Nakano, Yoshia Saito, Yuko Murayama: A Proposal for a Still Picture Internet Broadcasting System with Dynamic Picture Quality Adjustment based on Audience Requests for Smartphone Broadcasters, Proc. of 1st IEEE Global Conference on Consumer Electronics, pp.360-364(2012)
- 9) 廣田夏輝, 中野裕貴, 齊藤義仰, 村山優子: スマートフォンを用いた視聴者用静止画インターネット放送システムの開発と評価, マルチメディア, 分散, 協調とモバイル(DICOMO2013)シンポジウム論文集, pp.1027-1038(2013)
- 10) Oskar Juhlin, Arvid Engstrom, and Erika Reponen: Mobile broadcasting: the whats and hows of live video as a social medium. In Proceedings of the 12th international conference on Human computer interaction with mobile devices and services, Mobile- HCI'10, pp.35-44, New York, NY, USA, 2010. ACM.
- 11) 太田恒平, 大重俊輔, 矢部努, 今井龍一, 井星雄貴: 携帯カーナビのプローブ交通情報を活用した道路交通分析, 土木計画学研究・講演集, 47, 2013-06
- 12) 野村智洋, 牧野友哉, 白石陽: 快適な運転支援のためのスマートフォンを用いた路面状況の推定手法の提案, 全国大会講演論文集 2013(1), 169-171, 2013-03-06
- 13) Red5: <http://www.red5.org/>
- 14) Adobe: <http://www.adobe.com/jp/>
- 15) 製品概要 | 音声合成ソフトウェア「N2」 | 株式会社 KDDI 研究所: <http://www.kddilabs.jp/products/audio/n2tts/product.html>