

# Radio on Demand 機能により通信起動制御可能とする車載型全方位映像転送システムの実用化研究

柴田義孝（ソフトウェア情報学部、教授）、内田法彦（埼玉工業大学社会情報学部、准教授）  
湯瀬裕昭（静岡県立大学経営情報学部、准教授）、平川剛（地域連携本部、特別客員研究員）  
佐藤剛至（大学院博士後期課程学生）、伊藤健太（大学院博士前期課程学生）

本研究では、Radio on Demand機能により外部より起動/停止および通信制御を可能とし、通常時は小型軽量の360度全方位映像カメラとGPSレシーバおよび各種センサー（赤外線温度センサー等）を複数の車両に搭載運行させることにより、多様な道路状況（積雪、路面凍結・風雨状況等）を全方位映像とセンサーデータより取得し、これらを3G, Wi-MAX, LTE,無線LANにデータセンターに送信し、利用者がスマートフォンやタブレット端末から、Web-GIS機能により道路状況をリアルタイムに監視できる車載型全方位映像転送システムを開発する。

## 1 研究の概要

我が国は地震や水害、土砂災害、風害等の災害多発国である。災害時には広範囲でリアルタイムな映像とセンサ情報による迅速な状況の把握や監視が必要である。加えて、災害発生時には無線ネットワークが有効であるが、日本国土は中山間地域が多く、通信が不安定になったり切断状態が続いたりする劣悪な状況が存在する。また、積雪も多く、それによる交通事故等も多く発生している。

そこで本研究では、Radio on Demand機能により外部より起動/停止および通信制御を可能とし、通常時は小型軽量の360度全方位映像カメラとGPSレシーバおよび各種センサー（赤外線温度センサー等）を複数の車両に搭載運行させることにより、多様な道路状況（積雪、路面凍結・風雨状況等）を全方位映像とセンサーデータより取得し、これらを3G, Wi-MAX, LTE,無線LANによりデータセンターに送信し、利用者がスマートフォンやタブレット端末から、Web-GIS機能により道路状況をリアルタイムに監視できる車載型全方位映像転送システムの開発を目指す。

## 2 研究の内容

本システムは図1に示すように、全方位カメ

ラとセンサノード、車載サーバを搭載した車両と、Webアプリケーションを運用する情報サーバにより構成される。車両を複数台運行し、走行中の映像や温度、湿度、位置情報、積雪、路面温度などのセンサ情報を収集する。この情報は無線ネットワークを介して情報サーバへ送信され、WebGISと組み合わせてWebアプリケーションとして提供される。

本システムでは映像配信機能としてライブビュー（LV）モードとストレージビュー（SV）モードを提供する。

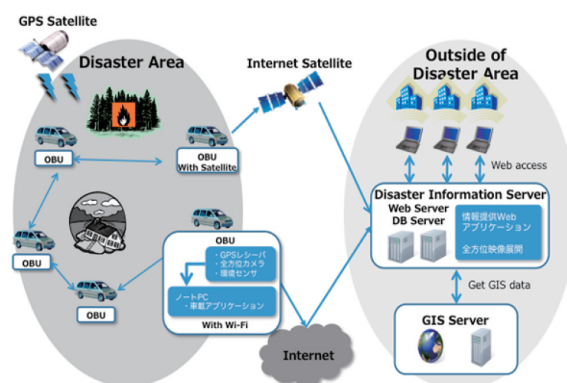


図1 システム概要図

LVモードは、図2に示すように被災地の状況や大雨や積雪時等の道路状況、交通状況、観光地の様子などリアルタイムな状況監視を想定

する。ライブ中継や監視カメラの役割を持たせ、監視映像のリアルタイム配信を可能とする。



図2 ライブビューモード

一方、ストレージビューモードは、図3に示すように、中山間地域の状況監視や災害等により通信が不安定になった際の被災地の状況監視などを想定する。映像のデジタルアーカイブの役割を持たせ、Delay Tolerant Networking (DTN) プロトコルを用いて劣悪な通信環境下での運用を考慮する。



図3 ストレージビューモード

## 2.1 Radio on Demand by Plug and Play 機能

本研究では図4に示すように、人・車・周辺環境・ITSの持つ様々な情報を車載サーバに収集し、収集したデータを用いて人・車、必要に応じて周辺環境やITSに対してサービスを提供するプラットフォームを提案する。車載サーバは、以下の手順で車載センサの情報を適宜収集する。

- 1) 搭乗者の持つスマートフォンは車載サーバに対して、サービスに必要なセンサ情報を問い合わせる。
- 2) 車載サーバは必要に応じて、車内センサの情報だけでなく、車外のセンサや他車の車載サーバの持つ情報、ITSの情報、クラウドに蓄えられた情報を検索し、センサ情報を提供する。
- 3) スマートフォンは提供されたセンサ情報を用いて搭乗者に対してサービスを提供する。また他の車両や路側に設置された中継局との通信を可能とするため、外部より通信機能および車載サーバを起動/停止機能および制御機能を実現する車載システム用 Radio on Demand 機能システムを開発する。また各種センサー（全方位カメラ、GPSレシーバ、赤外線温度センサー）も同様に制御可能とする。また車載アプリケーションに対しては、アプリケーション開発者が多様な言語で開発できるための統一したインタフェースを構築する。



図4 車載センサー情報プラットフォーム

## 2.2 Delay Tolerant Network機能

車載サーバシステムと情報サーバシステム間の通信が不安定、不可能な際にはDTNプロトコルを使用する。DTNプロトコルは、連続的なエンドツーエンドの接続を想定することが出来ない環境に相互運用可能な通信を提供するアプローチであり、ストアアンドフォワード型のルーティングを実行する。本システムでは、図5に示すように、車載サーバの無線通信が不安定、または不可能な場合にはデータ収集のみを行い、通信が可能になった際にDTNを用いて車

載サーバと情報サーバ間の通信を確立し、データ送信を行う。

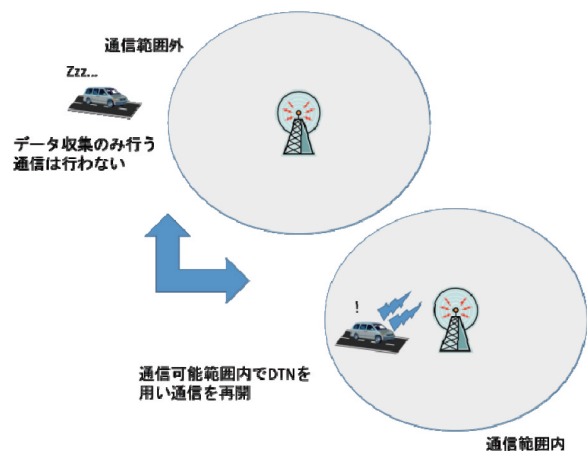


図5 Delay Tolerant Networkによる通信切換え

### 2.3 システムアーキテクチャ

本システムのアーキテクチャを図6に示す。PnP Connection LayerとPnP Monitoring Layerではセンサノードと車載サーバ間の通信を管理する。Data Synchronization Layerはデータの同期を管理する。Data Management Layerは車載ストレージへのデータの蓄積や、送信するデータの管理を行う。Local Server Function Layerは情報サーバシステムで提供される機能を車載サーバから提供する場合の管理、制御を行う。ISS Connection LayerとVMSS Connection Layerでは車載サーバシステムと情報サーバシステム間の通信を管理し、平常時と劣悪環境時の通信を考慮する。Omnidirectional Camera Interface Layerは全方位カメラとの接続、通信を管理する。Video Streaming LayerとVideo Receiving Layerでは全方位映像のリアルタイム通信を管理する。Data Storing Layerは情報サーバストレージへのデータの蓄積を管理する。GIS Event LayerはWebGISを使用した機能の管理をする。Data Mapping Layerは取得されたセンサデータ等のマッピングを管理する。Omnidirectional Image Control Layerは全方位動画画像のパノラマ展開等を管理する。UIはユーザが直感的に使いやすいインタフェースを提供する。

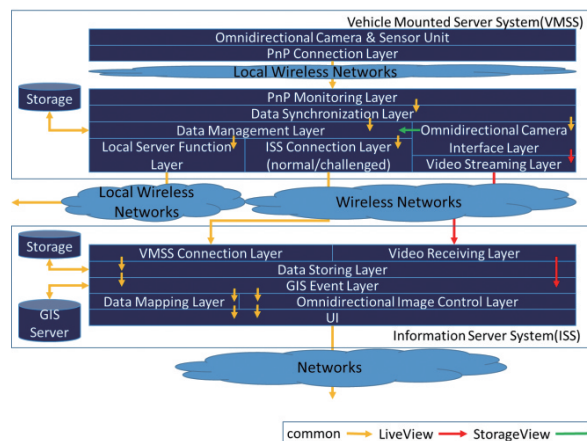


図6 システムアーキテクチャ

### 3 これまで得られた研究の成果

本研究においては、図7に示すように、プロトタイプを構築し、その機能および性能評価を行った。

Radio on Demand機能により外部より起動/停止および通信制御を可能とし、全方位映像とGPSおよび周囲温度センサーをリンクさせて、3G/LTE網や無線ネットワークを通してこれまでの毎秒最大5fpsから通信プロトコルを最適化することにより目標の10fpsでリアルタイムに情報サーバに転送できることが可能になった。また、図8に示すように、情報サーバ（データセンター）に転送された環状映像は10fpsでリアルタイムにパノラマ映像に変換され、一方で情報サーバシステム内のDBサーバにGPS位置情報、温度情報に紐付けさせて蓄積することにより、一般利用者はInternet経由でWeb-GISを利用して地図上から道路状況の映像および温度データを参照することが可能となった。本システムは通常の一般車両に搭載して映像を取得して情報サーバに転送も可能である。また一般利用者がWebブラウザを利用して道路情報を参照することも可能である。

その結果、平成25年度の本研究の成果は、国内外学会で6件発表し、多くの関心を集めた。また、車載センサーサーバの導入によるセンサーデータの共有方法によるデータベースのプログラムを特許申請することが出来た。



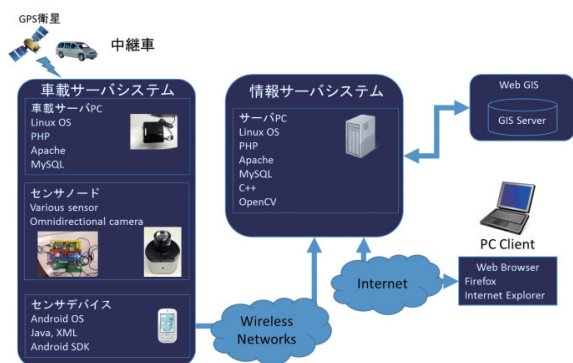


図7 プロトタイプシステム



図8 パノラマ映像によるWEB-GISシステム

#### 4 今後の具体的な展開

本システムの基本的なシステム構成と機能面での有効性は確認することが出来たが、本格的な実用面から検討した場合に以下のような幾つかの点を改良する必要があり、今後の課題として取り組む予定である。

- a) 各種センサーデータ (GPS、全方位映像、温度、速度、加速度データ) を統一して収集してデータベースとして管理できる車載センサーサーバを構築したが、全方位映像と温度データの監視は可能となったが、路面の凍結や積雪をセンシングできるセンサーが無かったため、実際に路面凍結状況や積雪状況を監視することが出来なかった。このため路面状態の測定技術を開発している東京大学生産技術と共同研究により準静電界センシングによる路面状態推定技術による路面凍結や積雪状況を監視できるシステムを実現する。

- b) 中山間地域では携帯電話も繋がらない不感帯地域が存在する。また災害時には、完全に通信途絶する場合が想定されるが、このような劣悪通信環境の場合でも被災地映像等災害情報をデータセンターに転送できる通信手段が必要である。このためには Delay Tolerant Network (DTN) プロトコルの導入により実現する。
- c) 単一の通信網では、繋がらなかったり、輻輳などの影響により通信が不安定になったりすることが起こる。このため複数の異なる通信特性をもつ無線およびモバイル網を重層化させて通信状況を認知 (Cognition) しながら利用状況に合わせて選択できるコグニティブ無線方式の導入により実現する。

以上の項目を実現させ2014年度以降には実際の車にプロトタイプを載せて実証実験を行い、新たなサービスへの採用を目指す。また、あわせて本プラットフォームを活用するサービスの検討・開発を行い、事業化を目指す。

#### 5 論文・学会発表等の実績

- (1) Kenta Ito and Yoshitaka Shibata, "Omnidirectional Video and Sensor Data Collection and Distribution System on Challenged Communication Environment", 2014 International Workshop on Disaster and Emergency Network (IWDENS' 2014), May 16, 2014, Victoria, Canada.
- (2) Go Hirakawa Go Hirakawa, Phyu Phyu Kywe, Kenta Ito, Yoshitaka Shibata, "Automotive Sensor Network Platform for Disaster Information System", 2014 International Workshop on Disaster and Emergency Network, May 16, 2014, Victoria, Canada.
- (3) Go Hirakawa, Yoshitaka Shibata, "Implementation of Automotive Sensor Information Server Platform", 2013 International Workshop on ICT at Beppu, Dec 13, 2013, Ooita, Japan.
- (4) Kenta Ito, Yoshitaka Shibata, "Wireless Networked Omni-directional Video Distributuin System based on Delaye Tolerant on Disaster

Environment”, The 7th International Conference on Complex, Intelligent and Software Intensive System (CISIS’2013), July 3 ~5, 2013, Taicheng, Taiwan.

(5) 平川 剛、柴田義孝、“車載向けセンサ情報サーバプラットフォームの提案(Proposal of Automotive Server Platform for Distributed Sensor Information)”,第66回電気関係学会九州支部連合大会, Sep 24. 2013, Kumamoto, Japan.

(6) 平川 剛、Phyu Phyu Kywe、伊藤健太、柴田 義孝、“車載向けセンサ情報サーバプラットフォームの開発と応用”,第76回情報処理学会全国大会, Mar 11. 2014, Tokyo, Japan.

## 6 受賞・特許

柴田義孝、平川剛：特願2014-46872 センサーデータ共有方法、サーバ及びプログラム。

## 7 その他

謝辞

本研究開発は、一部を文部科学省の地域イノベーション戦略支援プログラム「いわて環境と人にやさしい次世代モビリティ開発拠点」事業の助成も頂いて実施している。関係各位に深謝する。

## 参考文献

1. 伊藤健太、津田一真、柴田義孝、橋本浩二、“劣悪な通信環境等を考慮した時空間映像配信システムの構築”、情報処理学会第75回全国大会講演論文集.
2. Delay Tolerant Networking Research Group:  
<http://www.dtnrg.org/wiki/>
3. Hervé Ntareme, Sebastian Domancich  
“Security and performance aspects of Bytewalla: A Delay Tolerant Network on smartphones” , First International Workshop on Wireless Communication and Networking Technologies for Rural Enrichment.