

多様なメディアを活用する ユビキタス ITS の研究開発

野原光夫, 遠藤洋介†, 堀松哲夫‡, 難波秀彰+, 間瀬公太~, 小花貞夫*

株式会社 KDDI 研究所 〒102-8460 東京都千代田区飯田橋 3-10-10

† 日本放送協会 〒157-8510 東京都世田谷区砧一丁目 10 番 11 号

‡ 富士通株式会社 〒211-8588 神奈川県川崎市中原区上小田中 4 丁目 1 番 1 号

+ 株式会社デンソー 基礎研究所 YRP 研究室 〒239-0847 神奈川県横須賀市光の丘 3-4 YRP1 番館 6F

~ 株式会社トヨタ IT 開発センター 〒107-0052 東京都港区赤坂 6 丁目 6 番 20 号

* 株式会社国際電気通信基礎技術研究所 〒619-0288 京都府相楽郡精華町光台 2-2-2

はじめに：あらゆるものが相互に接続されるユビキタスネットワーク社会においては、車がネットワークにつながることで人と車と道路に関連する情報が融合し新たな流れが生じる。その活用による安全性向上や渋滞緩和、環境保全の実現を目指し、筆者等は平成 17 年度から 3 年に亘り情報通信研究機構からの委託を受けユビキタス ITS の研究開発を行った。特に多様な無線メディア活用の観点から①車車間・路車間通信、②テレマティクスの高度化、③地上デジタル放送による道路交通情報配信、の三分野にそれぞれ課題を設定し実施した。本稿ではこの研究開発についてその活動および成果を報告する。

Ubiquitous ITS R&D Project Utilizing the Various Wireless Media

Mitsuo Nohara, Yosuke Endo†, Tetsuo Horimatsu‡, Hideaki Nanba+, Kota Mase~, Sadao Obana*

KDDI R&D Labs., 3-10-10 Iidabashi, Chiyoda-ku, Tokyo, 102-8460 Japan

† NHK, 1-10-11 Kinuta, Setagaya-ku, Tokyo, 157-8510 Japan

‡ Fujitsu, 4-1-1 Kamiodanaka, Nakahara-ku, Kawasaki, Kanagawa 211-8588 Japan

+ DENSO, 6th floor, YRP Center No. 1 bldg., Hikarinooka 3-4, Yokosuka, Kanagawa, 239-0847 Japan

~ Toyota Info-Technology Center, 6-6-20 Akasaka, Minato-ku, Tokyo 107-0052 Japan

*ATR, 2-2-2 Hikaridai, Seika-cho, Soraku-gun, Kyoto 619-0288 Japan

Abstract : In the coming ubiquitous network era, the motor vehicles, like the other devices, are expected to be networked. This provides a new data stream connecting the pedestrians, vehicles and roads each other, which can be used for the safe drive, congestion avoidance and environment protection. Aiming at those, the authors conducted their R&D on "Ubiquitous ITS," funded by the National Institute of Information and Communications Technology (NICT) for three fiscal-years since 2005. With its focus on the utilizations of various wireless media, the research conducted on the three main areas of ① vehicle-to-vehicle and -roadside communications, ② telematics service enhancements and ③ traffic information distributions over a terrestrial digital broadcasting. This paper reports the research activities and their outcomes.

1. はじめに

日本の ITS は世界のトップレベルにあるといわれている [1] が、今後の更なる発展として人と車と道路が有機的に結合し、ユビキタス ITS [2] として総務省により提唱されている「いつでも、どこでも、誰でも、何でも、特別な

操作なく」情報が相互に得られる環境の実現が期待されている。本研究開発は、ユビキタス ITS の実現に必要な要素技術として多様な無線メディアの活用を図るべく、1) 車車間・路車間通信、2) テレマティクス高度化、3) 地上デジタル放送による道路交通情報配信の三分野において研

究開発課題を設定し、情報通信研究機構(NICT)から「ユビキタス ITS の研究開発」としてご委託頂き、KDDI 研究所、日本放送協会(NHK)、富士通、デンソー、トヨタ IT 開発センター(トヨタ ITC)、国際電気通信基礎技術研究所(ATR)の6社により平成17年9月から平成20年3月までの3カ年に亘り実施された。また平成20年2月25、26両日には神奈川県横浜須賀リサーチパーク(YRP)において実証実験を行い、その成果をITS関係者を始めとする国内外からの参加者に広く公開した。

以下、本稿では筆者等が行ったユビキタス ITS の研究開発について報告する。第2章では設定した課題および課題毎の内容、成果および合同で実施した実証実験について示す。そして第3章で今後の課題も含め、まとめを行う。

2. 各課題における研究の取組みおよび成果

本検討では前述の3つの分野における技術課題および担当を以下の8テーマ9項目に設定し研究開発を行った：

- 課題ア 安全運転支援車車間通信技術
 - 課題ア-1 シングルキャリアを用いた車車間通信(富士通)
 - 課題ア-2 OFDMを用いた車車間通信(デンソー)
- 課題イ 安全運転支援路車間通信技術(トヨタ ITC)
- 課題ウ マルチホップ通信クロスレイヤ制御技術(ATR)
- 課題エ テレマティクスネットワーク高機能連携技術(KDDI 研究所：*1)
- 課題オ テレマティクス交通情報配信技術(*1)
- 課題カ ITS 地上デジタル放送連携技術(NHK)
- 課題キ 道路交通情報の効率的配信技術(*1)
- 課題ク 総合的実証実験の実施(各社/取りまとめ(*1))

図1に、これら項目を通信エリアおよび即時性要求度をもとに分類した結果を示す。

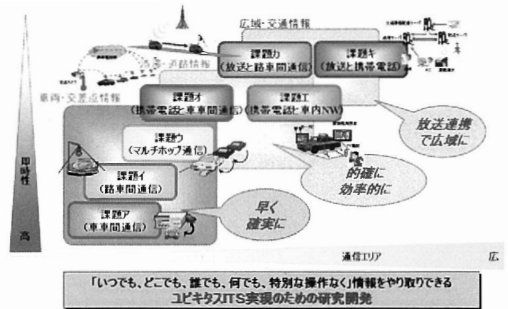


図1 通信エリアと即時性要求からのユビキタスITS研究課題の分類。以下、各課題・テーマ毎にその内容、成果を示す。なお各課題毎の主な成果1~2例をそれぞれ参考文献に示す。

課題ア 安全運転支援車車間通信技術
課題ア-1 シングルキャリアを用いた車車間通信 [3], [4]
 安全運転支援用の車車間通信では、交差点周辺等の狭域

での即時性の高い低遅延な通信の実現が期待される。これは例えば事故の発生し易い、見通しの悪い交差点での出会い頭衝突事故回避への適用を想定したものである。狭域・即時の領域では見通し域で有効なレーダの利用も想定されるが、これに加えて見通し外の通信も可能とする車車間通信の実現と、これを可能とするゾーン確保が重要となる。図2に、車車間通信の安全運転支援アプリケーション例を示す。



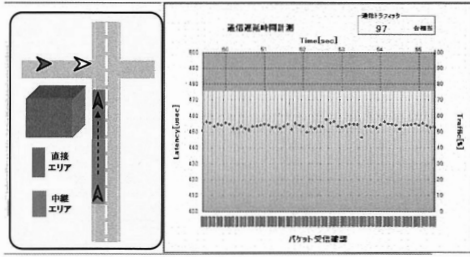
図2 車車間通信の安全運転支援アプリケーション例。

本課題では、既存システムとの親和性を考慮して開発コストや機器コストを低減し早期に普及させることを念頭に、5.8GHz帯シングルキャリアを用いた安全運転支援車車間通信技術を研究開発した。

安全運転支援に必要とされる低遅延・高リアルタイム性(片方向遅延100msec以内)を満たす車車間情報伝送のアクセス方式では、周期的に安定した間隔で情報を伝送できることが重要である。このため柔軟にネットワークを構成できるCSMA型制御に、周期的に安定かつ低遅延性が特徴であるTDMA型の制御を取り入れた「タイミング同期式CSMA方式」の詳細仕様を設計検討した。本アクセス方式はITS FORUM RC005「5.8GHzを用いた車々間通信システムの実験用ガイドライン」に採用された[4]。

このアクセス方式の性能評価のため、装置の時刻同期手段、通信品質、遅延時間、トラフィック等の計測方法を検討した。次に実際に無線機に実装して、環境変化の少ない屋内においてアクセス方式の各種性能値を計測した。このうち低遅延アクセス性能については、多数の端末を模擬する擬似トラフィックを0台から128台まで変化・発生させ、擬似トラフィック負荷時の遅延時間を測定した。

図3はトラフィック車両台数97台のときの遅延時間の測定値を示す。図中(b)にて黄色い帯が観測トラフィックを示し(右軸)、赤い点が当該パケットの遅延時間(左軸)を示す。また同様の評価結果から、アプリケーション間の遅延時間はトラフィックによらず目標の100msec以下になることを確認した。



(a)車両配置構成 (b)トラフィック負荷および遅延特性
 図3 タイミング同期式CSMAアクセス方式における
 遅延時間測定値例(トラフィック台数97台)

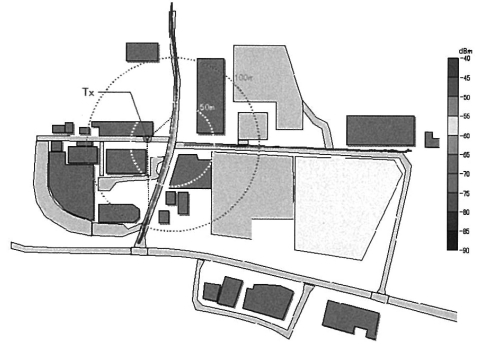


図4 OFDM方式車車間通信実験受信電力分布特性
 (送信位置から交差点までの距離5mの場合)

課題ア-2 OFDMを用いた車車間通信 [5], [6]

車同士が自律的に、リアルタイムにかつ確実に通信することを実現するため、OFDM方式を用いた車車間通信におけるアクセス制御方式及び見通し外、シャドウイングに対処するための以下の検討を行った。

- (1) OFDMを適用した無線機を用いて、安全運転支援に必要とされるリアルタイム要求(遅延100msec以内)を満たす車両間情報伝送の実現。
- (2) データ中継を含めたエアインターフェース制御技術により、見通し外、シャドウイング環境下における通信ゾーンの拡大の確認。

物理レイヤに関しては、見通し内および見通し外通信における受信品質(RSSIおよびPER)の測定を実施するとともに、データ中継機能により、特に直接通信では見通し外となる場所での受信可能エリアの拡大効果を検証した。

MACレイヤのアクセス制御方式に関しては、既にOFDM方式無線装置に実装済みのCSMA方式の実環境における特性として、通信遅延時間を計測した。また、データ中継機能を有効にした場合における通信遅延時間に対する影響もフィールド測定によって明らかにした。

物理レイヤ測定環境および一つの車載局からの送信電波の各所での受信電力分布特性を図4に示す。測定場所は周囲に建物がある交差点であり、送信局の位置する道路と同じ直線道路をコース1(図中水平方向)、交差道路をコース2(同垂直方向)とした。周波数は5.820MHz、占有帯幅は17MHz、送信電力は10dBmとし、アンテナには水平面内無指向性アンテナを用いた。コース2に着目すると、受信電力特性は、交差点から上側では交差点からの距離60m以上では-80dBm以下となっており、見通し外となるエリアでは急激に受信電力が低下していることがわかる。

今回の測定では受信局が受ける電波状況を模擬する疑似トラフィック局を交差点付近に1台配置し、疑似トラフィック発生器によってパーストの可変長パケットを生成し、受信局にこの疑似トラフィックをキャリアセンスさせることで送信待ち遅延を発生させる。

中継通信測定時には、直接通信に加えて疑似トラフィックも中継されることになる。この環境で疑似トラフィック量に対する遅延時間の測定を、中継局のオン/オフをパラメータとして行った結果を図5に示す。

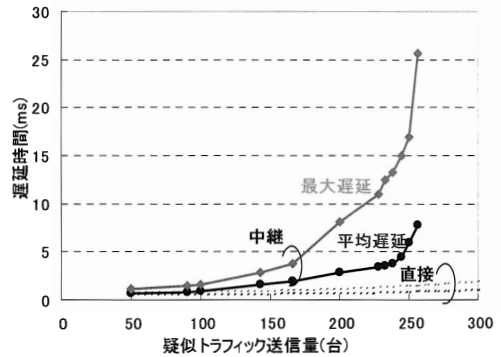


図5 疑似トラフィック量に対する、中継および直接リンク各構成でのOFDM-CSMA方式における通信遅延測定結果

直接通信の測定結果では、疑似トラフィック台数300台に対して最大遅延が2ms程度で車車間通信にほとんど影響がなく、一方、中継通信でも疑似送信トラフィック量200台までは十分に小さい遅延であることが確認できた。

課題イ 安全運転支援路車間通信技術 [7], [8]

安全運転支援では車車間通信に加え、ネットワーク化には路側機との組合せも必要となる。本検討ではこの路側機と車載機との間の通信について検討する。

安全運転支援路車間通信システムを対象とし、大型車両による遮蔽など劣化した電波伝搬環境においても安定した通信を可能とするための電波利用技術や、衝突防止等に必要緊急通信を優先するアクセス制御技術を確立することを目的として、以下の課題に取り組んだ。

- (1) VHF 帯または UHF 帯を利用し、シャドウィング等の場合でも緊急通信を可能とする条件の明確化
- (2) 緊急通信を優先し、現行の DSRC と同等以下である 15msec 以下で接続するための変復調方式、アクセス制御方式などに求められる条件の明確化
- (3) 場所的・時間的な通信成功率の指標化と評価手法の確立、および従来の DSRC に比べて通信が不成功となる確率が 1/100 以下となるための条件の明確化

開発装置を用いて、2 周波チャンネル併用および 5.8GHz 帯狭アンテナビーム切替による通信品質改善の効果を検証した。その路車間通信モデルを図 6 に示す。

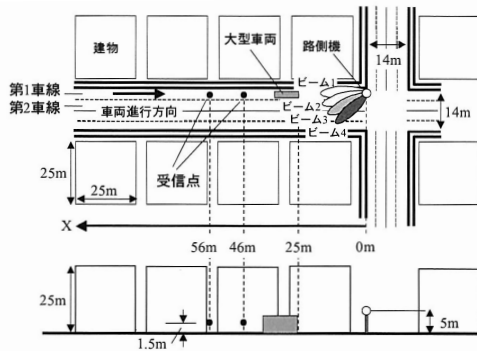


図 6 大型車両によるしゃへいが存在する場合に狭アンテナビームを適用した路車間通信モデル(交差点平面図および側面図)。

測定トラフィックに 64Byte の UDP データグラムを 300 kbit/s のレートで 100,000 パケット送出したときの受信電力対 PER 特性結果を図 7 に示す。図 7 では通信装置を有線接続し、図 6 の条件 (第 1 車線を右方向に進行、56m 地点、車速 10km/h) での伝搬特性をビーム毎にフェージングシミュレータで模擬し、測定を行っている。図の結果より、主ローブが建物反射により受信点に到達するビーム 2 及びビーム 3 では特性がよく、PER=10⁻³ を満たす所要受信電力において無指向性アンテナに対して約 5dB 優位になることを確認した。また、開発装置に通信方式検証用アプリケーションソフトウェアをインストールし、2 周波チャンネル併用および 5.8GHz 帯狭アンテナビーム切替による通信品質改善

の効果を検証した。

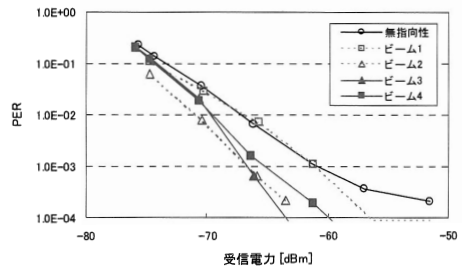


図 7 狭ビームパターンをパラメータとした場合の路車間リンク受信電力対 PER 特性 (図 6 の伝送特性を模擬)

さらに考案した 2 周波 (5.8GHz 帯と UHF 帯) 併用通信方式における制御チャンネルの機能を 770MHz 帯通信装置に実装し、その伝送特性を評価した。評価手法は 5.8 GHz 帯と同様であり、シミュレーション結果と一致した。

以上により、開発した 5.8GHz 帯および 770MHz 帯通信装置の伝送特性を評価し、先行して実施のシミュレーション結果との比較検証により、得られた特性が妥当であることを確認した。5.8GHz 帯狭アンテナビーム切替については、屋内実験により無指向性アンテナに対して所要受信電力を 5dB 低減し得ること、屋外実験により 1 素子アンテナに対して送信電力を 10dB 以上低減し得ることを確認した。さらに開発装置に通信方式検証用アプリケーションソフトウェアをインストールし 2 周波チャンネル併用および 5.8GHz 帯狭アンテナビーム切替による PER 特性改善効果を実証した。

課題ウ マルチホップ通信クロスレイヤ制御技術 [9], [10]

車車間マルチホップ通信において、信頼性の高い通信環境を実現するとともに、車両の位置情報や移動を予測したルート設定により、応答性の高いマルチホップ通信を実現するため、1) クロスレイヤ・アーキテクチャ、2) 高信頼マルチホップ通信技術、3) 位置移動予測を用いた高速ルーティング技術の研究開発を実施した。図 8 に、車車間マルチホップ通信網構成およびその上での例えば事故情報を転送するサービスイメージ例を示す。

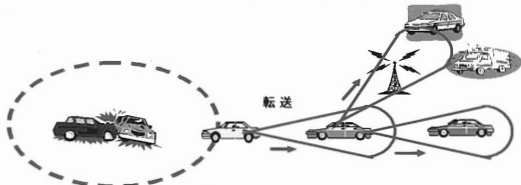


図 8 高信頼車車間マルチホップ通信網構成および情報転送例。

- (1) クロスレイヤ・アーキテクチャ通信のレイヤ間に跨り受信信号強度 (RSSI) や位置情報

などの制御情報を汎用的および効率的に共有させるために、OSのユーザスペースとカーネルスペースでクロスレイヤ機能を分担させた、新しい構造のクロスレイヤ・アーキテクチャを考案した。本アーキテクチャを、下記(3)の「位置移動予測を用いた高速ルーティング技術」へ適用し、実験システムの試作および車両走行実験を通じて有効性を検証した。

(2) 高信頼マルチホップ通信技術

車両の位置情報や急ブレーキなどの緊急情報を、フラディング(ブロードキャスト)を用いて多数の車両間で少ないパケットロス率(従来の1/2以下)で高信頼に交換できる制御方式を開発した。ここでは、フラディングによるトラフィックの爆発を抑制するために、同一パケットの重複中継を排除した。また、車車間で交換する情報を、定常情報(位置情報)と緊急情報に区分し、緊急情報をネットワークレイヤに上げず、MACレイヤにおいて低遅延で優先的に中継するフラディング処理を開発し、追突防止などへの利用を可能とした。図9に、MACレイヤにおける転送処理として、定常情報と優先転送処理対象となる緊急情報、それぞれの流れを示す。

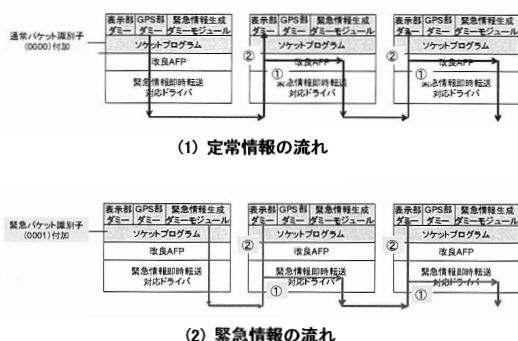


図9 MACレイヤにおける優先転送処理構成

さらに、アドホックルーティングを用いた特定の車両同士の通信では、特定の中継車両にトラフィックが集中しないようにルーティングの負荷分散を行い、また、アプリケーションでのパケットサイズと生成レートを変更する方式を開発し、チャネル容量に近い高負荷状況においてもパケットロスを1%以下に保ち、帯域利用効率の大幅な改善を可能とした。

(3) 位置移動予測を用いた高速ルーティング技術

車両の位置移動を予測し、切り替え先ルート候補を事前に確保する高速ルーティング方式を考案し、ルート切替時間を大幅に短縮できることをシミュレーションおよび実験により確認した。

課題エ テレマティクスネットワーク高機能連携技術 [11], [12]

本課題では人と車のシームレス実現に向け、ユーザが持込む端末・ネットワークと車内端末・ネットワークを動的に融合・分離する動的ネットワーク融合技術と、融合後のネットワーク上で端末同士を連携させて、より快適なサービス環境を提供可能とする端末間サービス連携技術についてそれぞれ検討を行った。さらに考案した方式をソフトウェアにより試作し、提案方式の有効性に関する性能評価を実施した。図10に、研究開発の内容をまとめたイメージ図を示す。

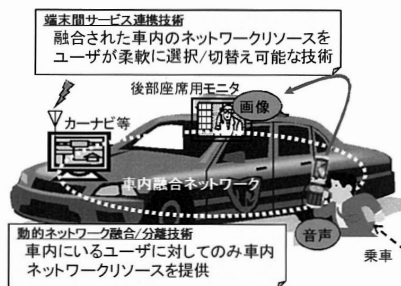


図10 テレマティクスネットワーク高機能連携技術

検討の一つとして、ユーザの持込みネットワーク内における実行セッションの状態に応じて、融合要求を適応的に変化させる方式を考案した。これにより、ユーザ端末が通信セッションを実行中の場合には、ネットワークアドレスを変更しないような動的ネットワークの融合を実施することで、セッションの切断を防いでいる。

ユビキタス ITSの研究開発における総合実証実験にむけ、(1)動的ネットワーク融合・分離技術、(2)2次元バーコードを用いた融合トリガ、(3)リアルタイムアプリケーションを対象とした端末間サービス連携アプリ、(4)遠隔端末からのブラウジングアプリ、をそれぞれソフトウェアで試作した。BREWプラットフォームを用いて携帯電話用のアプリとして実装することで、実環境における使用例の明確化を目指した。

リアルタイムアプリへの適用では、車内ネットワーク上の共用端末に、ユーザが持込むゲートウェイが仮想的なアドレスを割当てすることで、自身の所有しない端末についても通信セッションに取込むことを実現している。

またリモートブラウジングでは、携帯電話上に保存してある「お気に入りリスト」のページを後部モニタに拡大して表示できるため、現在流行しているCGM(Consumer Generated Media)関連の動画や、地図等が見やすくなる利点を示すことができた。

これら考案方式の有効性を示すために、テストベッド上

で性能評価を行った。その結果の一例としてリアルタイムアプリケーションにおける端末間サービス連携について、端末やアプリケーションの変更にて約 5.5~6.9 秒 (変更のシナリオに応じて変動) で対応可能なことを確認した。

課題オ テレマティクス交通情報配信技術 [13], [14]

渋滞箇所の映像をはじめとする大容量の交通情報を、携帯電話網や車車間通信を用いて配信可能とする技術の研究開発を実施し、試作したソフトウェアで開発した新技術の性能評価を実施した。図 11 に、研究開発の内容をまとめたイメージを示す。

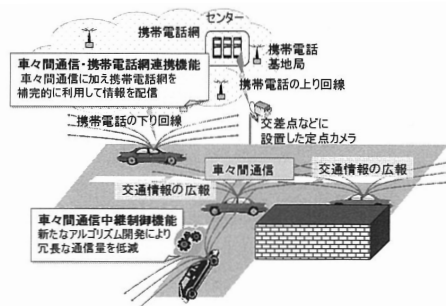


図 11 テレマティクス交通情報配信技術

出会い頭衝突事故防止のため、各車両は定期的に自車の位置や速度等のデータを車車間通信でブロードキャストし、受信データに基づき必要に応じてドライバーに警告を促すことができる。一方、道路の周辺環境により無線通信が遮蔽されることから、他の車両によるパケット中継が有効となるが、受信可能範囲を拡大する反面、通信トラフィックが増大し通信遅延やパケット衝突確率が増加する。

新たに開発したパケット中継方式は、車両が交差点などにおいて新たな車両と出会うと瞬時にパケット中継を開始する機能と、重複する中継を検出・停止する機能を備えることで同一パケットによる冗長な通信トラフィックを低減する。

図 12 に、交差点周辺での複数車両間での中継における重複中継検出動作を、4 台の車両を例として説明する。車両は新たな車両を検出した場合に隣接車両から受信するパケットの中継を開始する。車両 B、C、D は同一方向に移動しており相互にパケットを受信できるために隣接車両を互いに認識しており、B が T 字路に差し掛かると、他の方向から同じ T 字路に向かって A からパケットを受信して A に出会ったことを検出し、自車に隣接する C と D から受信したパケットの中継を開始する。また B は新たに隣接車両となった A から受信したパケットの中継を開始する。同様に、C は A を検出し中継を開始する。なお A が B を検出するまで隣接車両が存在しなかったことから、新

たに検出した B、C から受信したパケットの中継先車両が存在しないと判断し中継は行わない。

車両がパケット中継を開始する際は、重複中継検出のための信号データを送信パケット中に併合する。A に対して B、C が D から受信した同一のパケットを重複中継するのを回避する。例えば B は C と重複する D からのパケットを中継していることを検出し、パケット中継を停止する。

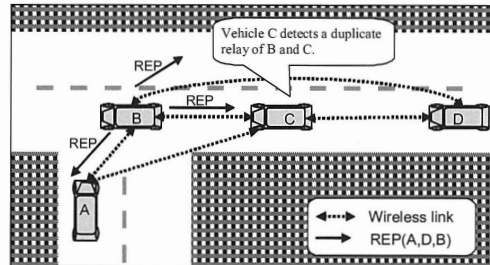


図 12 交差点での複数車両間での重複中継検出・回避例

出会い頭事故が発生しやすい条件に合致する一般道の交差点を選出し、中継制御方式の実験を 4 台の車を用いて行った。その結果、(1)パケットの中継を行うことによる通信範囲の拡大、(2)パケット中継に伴う通信トラフィック増加の抑制の 2 点を確認することができた。

更に車両台数が多数となった場合の評価については、2000 台程度の車両を用いた大規模シミュレーション評価を行い、冗長な通信トラフィック削減の有効性を確認、実証した。

課題カ ITS 地上デジタル放送連携技術 [15], [16]

ITS 地上デジタル放送連携技術の研究開発では、DSRC を経由した車載端末への緊急警報放送の情報伝送、地上デジタル放送車載受信機の緊急警報放送受信状態への遷移技術、および地上デジタル放送経由の情報と DSRC 経由の情報をマージして車載受信機に提示する情報補充方式の研究開発した。さらに、DSRC 同報通信の効率的な情報伝送について検討し、DSRC 経由で緊急情報を受信した際に、テレビモニタ画面上にテロップを表示するとともに、緊急情報について音声でドライバーなどに知らせる機能を実現した。

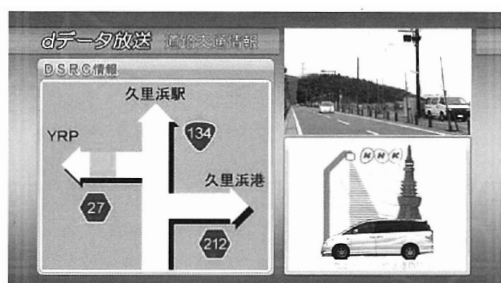
DSRC 経由で伝送する情報は、テキストファイルや画像ファイルなど複数のファイルを zip 形式で圧縮して 1 つのファイルとして配信した。車両が DSRC 通信エリアを通過すると DSRC 車載機は受信した情報を車載 PC に配信する。

ITS 情報補充放送方式によって、DSRC 通信領域通過時に各地点の交通情報を受信した際の画面の例を図 13 に示す。この結果、DSRC 経由で交通情報を受信した際に地上デジ

タル放送で配信されている広域情報の画面に、進行方向の詳細な交通情報がマージされることを確認した。



(a)地上デジタル放送により配信された広域情報の表示例



(b)DSRC で配信された局所的な情報のマージ表示例

図 13 ITS 地上デジタル放送連係による交通情報配信。

課題キ 道路交通情報の効率的配信技術 [17], [18]

ユビキタス ITS 社会を実現するため、携帯や PC 各端末による利用を含めた幅広い環境下での道路交通情報利用を可能とすべく、汎用性の高い道路交通情報の符号化技術の研究開発を実施した。また、配信手段として、携帯端末向け地上デジタル放送網を用いた道路交通情報配信サービスをより有効に利用するための通信放送融合型道路交通情報配信技術の研究開発を実施した。

道路交通情報の符号化技術については、Location Based Resource (LBR) を定義し、LBR データ仕様の評価、改良、LBR データの符号圧縮方式の策定を行った。通信放送融合型道路交通情報配信技術については、通信網を利用して放送網を補完することができる情報配信方式を設計し、同方式の評価を行い、また、動的放送スケジューリング方式の設計を行い、情報配信方式と組み合わせた道路交通情報配信方式の設計を行った。

これらを組合せた高度道路交通情報配信方式は、以下のような特徴を備える。

- ・道路交通情報データ仕様 LBR (Location Based Resource)
- ・LBR データの符号圧縮方式
- ・通信網を利用してパケットロスデータを補完する配信

道路交通情報の符号化技術については、LBR 仕様の評価を行った。また、符号圧縮方式について評価・検証を行った。通信放送融合型道路交通情報配信技術については、実際のパケットロス状況の計測を行い、設計した道路交通情報配信方式の評価を行った。

LBR 仕様に基づいたデータを簡易表示するビューアを試作し、同仕様により道路交通情報を記述できることを確認した。図 14 に試作したビューアの表示例を示す。通信網を利用して放送網を補完することができる情報配信方式により、数%のパケットロスが発生する環境下で地上デジタル放送のみを用いた配信方式と比較して 2 分の 1 以下の受信時間となることを確認した。

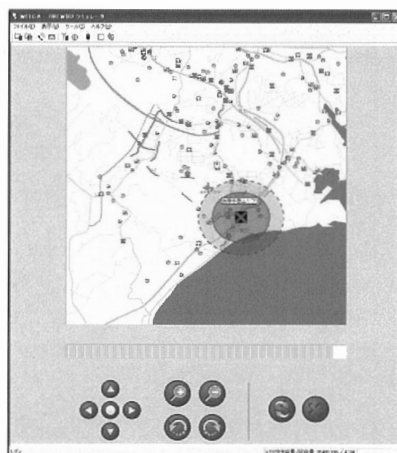


図 14 LBR 仕様に基づいたデータ簡易表示ビューアの試作表示例。

またデータファイルの圧縮率および復号時間を提案方式と既存方式に対して比較評価し、提案方式の有効性を確認した。この結果を表 1 および 2 に示す。

表 1 データファイル圧縮率の比較

元データ	圧縮率	
	提案方式	gzip (既存例)
SVG (10-1000KB)	13.3%	29.2%

表 2 データファイル復号時間の比較

元データ	復号時間	
	提案方式	expat (既存例)
LBR (100KB)	128.2ms	398.3ms
LBR (500KB)	567.9ms	4260.3ms
LBR (1000KB)	1235.7ms	14251.8ms

課題ク 総合的実証実験の実施

各課題毎の研究成果をとりまとめ、統合的な実証評価を行うべく2008年2月25、26両日神奈川県・横須賀リサーチパーク(YRP)において実証実験を行った。実験は課題を2つのシーケンスに構成しマイクロバスを用いた実際の車両走行による実験および屋内展示、成果発表講演から構成され、国内外のITS関係者に広く公開した。実験には231名の参加を得、走行実験も2日間7回にわたり実施、201名の方々にご参加、乗車体験頂いた。図15にYRPでの実証実験の様子を示す。



図15 YRPでの実証実験風景、各テーマを2つのコースに分け、2台のバスで2日間7回にわたり走行実験を実施した。

3. 終わりに

「ユビキタスITSの研究開発」につき、2005年度から3年間に亘り実施した活動および成果について示した。この結果、多様な無線メディアを活用し、人、車、そして道路の様々な情報を連携させることにより交通安全、渋滞回避、そして環境保全等を図りつつ、車の利便性を向上可能なことを機能的あるいは定量的な観点から、さらに実証実験により実際に提示した。今後はこれら要素技術を統合し、実際のシステムとして実現するために更なる研究開発が求められる。

謝辞：本研究開発を委託、ご指導頂いた情報通信総合研究機構ならびに研究推進にご尽力頂いた研究メンバ各位に深謝致します。

参考文献：

- [1] 「ITS推進の指針」、日本ITS推進会議、2004-10。
- [2] 総務省HP, “ITS <<高度道路交通システム>>,” <http://www.tele.soumu.go.jp/j/system/ml/its/index.htm>
- [3] B. Matsumoto, M. Moriya and K. Sugai, “MAC PROTOCOL FOR VEHICLE-TO-VEHICLE COMMUNICATIONS,” Paper ID 3059, Proc. 14th WORLD CONGRESS ON ITS, Oct. 2007.
- [4] 「5.8GHzを用いた車々間通信システムの実験用ガイドライン」、ITS Forum RC005, ITS 情報通信システム推進会議,平成19年5月18日策定。

- [5] 伊神他, 「車々間通信における周囲車両の影響を考慮した伝搬解析手法の提案」, A-17-9, 信学ソ大, 2006-09.
- [6] H. Nanba, Y. Ikami, K. Koeda, Y. Sugiura, M. Sawada, “Practical Radio Signal Generator for V2V Communication,” No. 3061, 14th World Congress on ITS, Oct. 2007.
- [7] O. Maeshima et Al, “A Roadside to Vehicle Communication System for Vehicle Safety using Dual Frequency Channels,” pp. 349-354, The 10th International IEEE Conference on Intelligent Transportation Systems, U. S., 2007.
- [8] 前島治, 間瀬公太, 井上順治, 木津雅文, “狭アンテナビーム切替を用いた路車間通信装置の試作と伝送特性評価,” pp. 35-40, 信学技報 ITS2007-84, 2008-03.
- [9] 板谷聡子, 長谷川淳, 末廣信哉, 近藤良久, デイビスピーター, 門脇直人, 小花貞夫, “フラディングを用いた車々間情報共有アプリケーション実証実験”, ABS-1-3, pp. S5-S6, 2007年信学会総大, 2007-03.
- [10] S. Tang, N. KADOWAKI and S. OBANA, “Mobility Prediction Progressive Routing (MP) R, a Cross-Layer Design for Inter-Vehicle Communication”, pp. 221-231, Vol. E91-B, No. 1, IEICE TRANS. COMMUN., Jan. 2008.
- [11] N. Imai and H. Horiuchi, “A Method For Dynamic Network Composition Making In-Vehicle Devices and a Network Available to Users,” 14th World Congress on ITS, Oct. 2007.
- [12] 今井尚樹, 井戸上彰, “ユビキタス ITS における利便性向上のための端末間連携方式” 情処学会第70回全大.
- [13] 茂木信二, テープウィロー ニワット, 堀内浩規, “車々間通信のためのパケット中継制御方式の提案,” pp. 95-104, Vol. J91-A, No. 1, 信学論 A, 2008.
- [14] テープウィロー ニワット, 茂木信二, 堀内浩規, “A Performance Study of Inter-Vehicle Communication Protocols for Collision Warning System,” pp. 1-13, Vol. 49, No. 1, 情処学会論文誌, 2008.
- [15] 遠藤洋介, 藤田欣裕, “地上デジタル放送と路車間通信の連携による車載端末向け情報伝送方式”, ITS2006-13, pp. 19-24, Vol. 106, no. 181, 信学技報 ITS, 2006.
- [16] 今村浩一郎, 遠藤洋介, 須崎俊彦, “DSRCを用いたデータ放送補完情報の効率的な伝送の検討”, 3-6, 2007年映像情報メディア学会冬季大会講演予稿集, 2007.
- [17] A. KOBAYASHI, S. MURAMATSU, S. OTA and S. NISHIYAMA, “ADVANCED ROAD TRAFFIC INFORMATION DELIVERY SYSTEM USING TERRESTRIAL DIGITAL BROADCASTING TO MOBILE TERMINALS,” ITS World Congress 2006.
- [18] 南川教宣, 村松茂樹, 横山浩之, 西山智, “高度道路交通情報配信方式における携帯電話網を用いた補完,” 信学第6回情報科学技術フォーラム, pp. 199-200, M-028, 2007-09.