

科学研究費助成事業（学術研究助成基金助成金）研究成果報告書

平成 25 年 6 月 10 日現在

機関番号：14401
 研究種目：若手研究(B)
 研究期間：2011 年度～2012 年度
 課題番号：23700082
 研究課題名(和文) 既存インフラと車車間通信を組み合わせた車載機器向け情報通信プラットフォームの構築
 研究課題名(英文) A Communication Platform Combining Existing Infrastructure and V2V Communication
 研究代表者
 梅津 高朗 (UMEDU TAKAAKI)
 大阪大学・大学院情報科学研究科・助教
 研究者番号：10346174

研究成果の概要(和文)：本研究課題では安全で快適な交通環境の実現を目的とした車載機器向け情報通信プラットフォームに適した通信方式の設計を目的として研究を行った。DSRC や無線 LAN と言った車車間通信と、携帯電話網を組み合わせることでより効率的なネットワーク環境を実現する方法に関して設計・検討した。組み合わせることを前提とする新たな通信プロトコルなどを検討し、シミュレーションによりその性能を評価した。

研究成果の概要(英文)：In this study, we propose a method to share traffic information efficiently by using inter-vehicular and cellular phone communication. In our method, a vehicle gets information of the given area around it by cellular phone communication and share them with surrounding vehicles by inter vehicular communication.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
交付決定額	3,200,000	960,000	4,160,000

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：情報学

キーワード：モバイルネットワーク技術、高度交通システム

1. 研究開始当初の背景

近年、リアルタイム道路交通情報を提供するサービスが普及し始めており、それらの情報を用いた高度なカーナビゲーションサービスが実用化されている。リアルタイム道路交通情報とは、例えば、交通量情報や事故情報などの状況によって変化する道路上の動的な要素である。これらの情報をドライバーに提供して適切な経路選択を促したりすることで渋滞の回避や運転時間の短縮を行う手法が提案されている。交通情報を収集し、ドライバーへと情報提供するために様々な方法が検討されており、それらの一部はすでに広く用いられている。

代表的なものとして道路交通情報通信システムである VICS が挙げられる。路側の車両感知器や自動車ナンバー自動読取装置等

を用いて計測した交通流情報を VICS センターで処理、ある程度リアルタイムな道路交通情報を FM 多重放送や光ビーコン、電波ビーコンを用いて各車に提供するシステムである。提供された情報を電子地図上に表示することでドライバーに交通状況を通知したり、情報に基づきカーナビゲーションシステムが経路設計を行うことで、渋滞回避や効率的な道路の利用に役立っている。しかし、光ビーコンや電波ビーコンを用いた情報の収集では路側機が必要であるため、主要道路への普及は進んでいるものの、細街路までを網羅するにはコスト面での課題が大きい。また、情報の提供に関しても、FM 多重放送である FM-VICS は放送型の通信であるため、大域的な情報を多くのドライバーに効率的に通知することは出来るが、局所的な情報の提供

には向かないという問題点があり、光ビーコンなどは路側機が必要となるため網羅的なサービス提供を行うためには多大なコストが必要となる。

一方で、ここ数年、高性能携帯電話端末の普及により、携帯電話端末を用いてリアルタイム道路交通情報を提供するサービスが登場しており、今後の利用者の増加が見込まれている。また携帯電話通信を利用した交通情報の収集と提供が実際に行われており、カーナビゲーションシステムが GPS の位置情報や加速度センサの情報を携帯電話通信によりサーバへ送信、それらを解析することで交通情報を把握しドライバーに提供するサービスも始まっている。携帯電話通信は、路側機などに依存しないため移動中の通信が容易であることや既存インフラを用いるため追加の設置コストが低いことや、双方向の通信が可能であり、交通情報センターでより高精度の解析が可能など利点である。しかし、端末の増加や高度サービスの登場によって携帯電話通信のトラフィックは増加する一方であり、通信帯域の圧迫が問題となっている。現行のサービスでは、各端末は個々に情報を取得する必要があり、利用者増加に伴う更なる通信帯域の圧迫は必至である。

また、従来より無線アドホックネットワークを用いた車車間通信プロトコルの研究は盛んに行われており、多くの手法が提案されているが、アドホック通信の特性上、安定して情報の取得を行うことは難しい。例えば、理想的な通信環境を仮定したシミュレーションでも、周辺道路の情報把握率は 90% に止まっていることなどが示されており、実用的なサービスとすることは難しい。

2. 研究の目的

そこで本研究では、車車間通信と携帯電話通信の長所を組み合わせた効率的な道路交通情報共有手法の提案を行った。同車列や同地域の車両は、似通った情報を必要とする場合が多いと考えられるため、近隣の車両間で車車間通信を用いて情報を共有することによって、同一の情報が何度も重複して携帯電話通信網経由で送信される状況を回避する。本研究で取り扱うデータは渋滞回避や旅行時間軽減に使用できる交通量を想定する。地図を 100m 四方の複数セルに分割し、車の台数や旅行時間を交通情報として既存のインフラを用いることで各セルごとに集約して、提供するものとする。各車両の車載端末が近隣の全セル内の交通情報を把握出来るようにすることを目標として定める。提案手法では、携帯電話通信から取得した情報を、車車間通信を用いて周辺車両間で共有するが、各車は交通量や情報を把握出来るセルの

割合に応じて、動的に携帯電話通信の使用率を決定することで、周辺情報の把握割合を下げないままに携帯電話通信網の使用量を減らす。本手法の特徴は、携帯電話通信を使用する範囲を設定し、その範囲を動的に設定することである。具体的には自車を中心としたある範囲内のセルのうち、その情報を取得していないセルの情報を携帯電話通信により取得するが、交通量が多く、把握率が良い場合は取得する範囲を狭め、車両数が少なく、把握率が悪い場合は取得する範囲を広げることで、携帯電話通信の使用率を変化させる。

3. 研究の方法

離散事象シミュレータ Scenargie を用いて手法性能を評価した。まず、本手法を Scenargie 上に実装し、市街地を想定した 5km × 5km の道路網などを作成した。次に道路網の車両モビリティとして Scenargie との連携が可能な交通シミュレータである MATES を利用し、交通量を 30 分あたり 706, 1118, 1725 台の 3 段階において、本手法による情報取得のシミュレーションを行った。シミュレーション結果より、本手法が携帯電話通信のみの場合に比べ、各車の周辺情報の把握割合を下げることなく情報を取得でき、かつトラフィックを約 25-50% 軽減できることを確認した。また、単純な携帯電話通信による取得範囲固定方式に比べ、トラフィックを軽減できることを確認した。

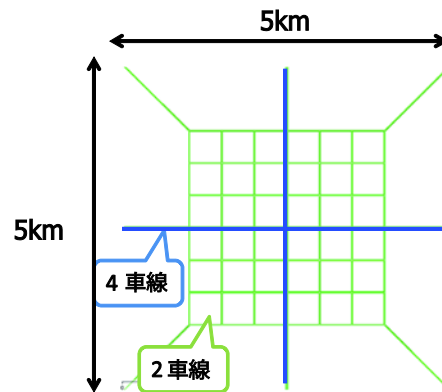


図 1 シミュレーション用市街地図

4. 研究成果

(1) シミュレーションの設定

シミュレーションは市街地を想定したマップに対して行い、まず、交通流シミュレータ MATES を用いて交通流を生成した。次に、生成した交通流に対して Scenargie を用いて無線アドホック通信のシミュレーションを行った。図 1 に市街地マップの形状を示す。シミュレーションでは携帯電話通信用機器と車車間通信用機器を全車装備しているものとする。また、シミュレーション内の経過時間は 30 分である。交通量の変化と車車

間通信性能の変化を想定し、交通量が 706 台、1118 台、1725 台の 3 種類、車車間通信が高速(125ms)、中速(250ms)、低速(500ms)の 3 種類に対して性能を評価した。交通量は、706 台が渋滞なし、1118 台が 100m 程度の車列ができ、1725 台が 800m ほどの渋滞が発生する量である。携帯電話通信はマップ内であればどこでも通信が可能であり、常に通信が成功となる理想的な通信であると仮定した。また、車車間通信はパケット衝突を考慮に入れたシミュレーションを行ったが、プロトコルの性能に影響するような重度のパケット衝突は発生しなかった。

表 1 シミュレーションパラメータ等

設定項目	設定値
送信プロトコル	定周期ブロードキャスト
送信間隔[ms]	125, 250, 500
通信プロトコル	IEEE802.11p
周波数帯域	5.9GHz
帯域幅	5MHz
最大ビットレート	3Mbps
通信範囲	300m
情報選択プロトコル	近隣情報優先選択法
選択範囲[m]	1500

表 2 提案手法の設定

設定項目	設定値
確率取得範囲の最大値[m]	1200
確率取得範囲の最小値[m]	600
確率取得範囲の取得確率	0.25
強制取得範囲[m]	300

送信プロトコルとして定周期送信のマルチホップなしブロードキャストを、通信プロトコルとして IEEE802.11p を用いる。車車間通信の設定を表 1 に、提案手法の設定を表 2 に示す。また、電波伝搬モデルとして Scenargie 上に実装されている 2 波モデルを使用した。2 波モデルは直進する波と地面による反射の波の干渉を考慮した電波伝搬モデルである。波の干渉により、ある間隔で受信電波強度が急激に減衰する距離が存在

することが特徴である。本研究で取り扱う車車間通信は車同士の通信のため、地面からの反射波の影響を受ける。その為、反射波の影響を考慮した電波伝搬モデルの利用が妥当であると考えた。

(2)シミュレーション結果

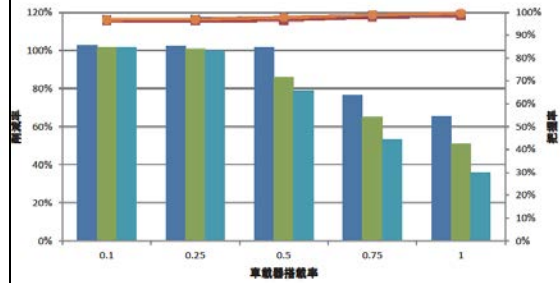


図 2 交通量ごとの削減率と車載器搭載率の関係

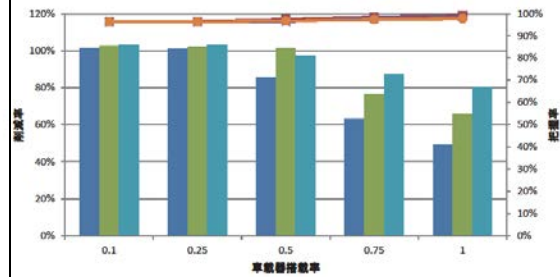


図 3 車車間通信の性能ごとの削減率と車載器搭載率の関係

①車車間通信器の搭載割合ごとの削減率と把握率の関係

車車間通信は車車間通信用の機器（車載器）を介して通信を行うことが多い。車載器を搭載していない車は道路交情報車車間通信によって共有することができないため、携帯電話通信のみで情報を取得しなければならない。その場合、全体としての携帯電話通信のパケット数が増加することが予想される。そこで本節では、車載器の搭載率が変化した時、全体としてどのように携帯電話通信のパケットが変化するかをシミュレーションで確認した。図 2 に交通量ごとの削減率、把握率と車載器搭載率の関係を、図 3 に車車間通信の性能ごとの削減率、把握率と車載器搭載率の関係を示す。交通量ごとの削減率、把握率と取得確率の関係は送信間隔が 250ms、車車間通信の性能ごとの削減率、把握率と取得確率の関係は発生車両数が 706 台である。また、車載器を搭載していない車も携帯電話通信による情報の取得は行うものとした。

図 2, 3 より, 交通量, 車車間通信の性能と車載器の搭載率に関わらず, 把握率がほぼ横這いとなっていることが分かった. 車載器搭載率が 0.50 から 0.75 付近でどの場合もパケットの削減が行われており, 搭載率が高くなればなるほどパケットの削減が行われることが分かった. また, 搭載率が低い場合では, パケット削減率が若干 100%を超えており, これはプロトコルの仕様上, 評価範囲外のセルを取得することがあるためであると考えられる. ただし, 本研究では携帯電話通信のパケットが増加することの前提として携帯電話通信の利用者の増加を想定しており, また, スマートフォンには WiFi を搭載するものも多く, 搭載率は高くなることが予想されることから, 本提案手法は有効であると考えられる.

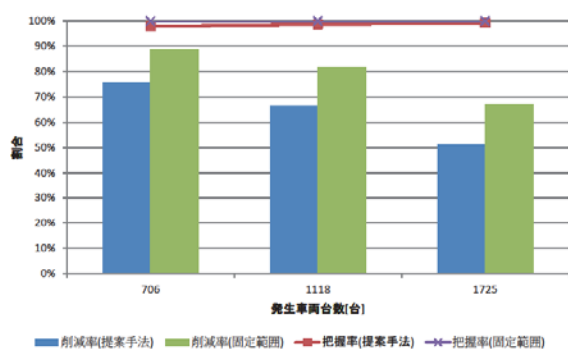


図 4 固定範囲方式と提案手法における削減率と交通量の関係

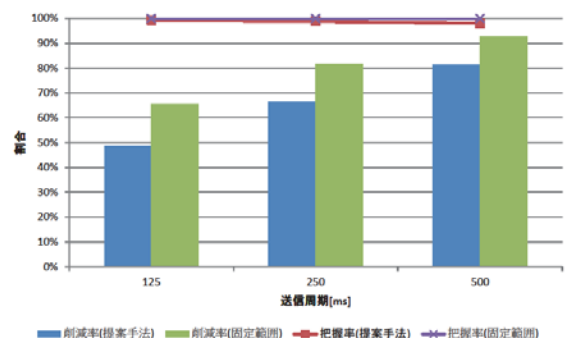


図 5 固定範囲方式と提案手法における削減率と車車間通信性能の関係

③ 固定範囲方式と提案手法の比較

本節では提案手法と固定範囲方式の比較を行った. 範囲固定方式とは, 携帯電話通信を用いて取得する範囲を固定とし, その範囲に入ったセルの情報はいずれも携帯電話通信により取得するという方法である. 範囲の大きさは評価範囲と同じ, 自車を中心として 1km に設定した.

図 4 に各手法の削減率, 把握率と交通量の関係を, 図 5 に各手法の削減率, 把握率と車車間通信性能の関係を示す. 削減率, 把握率と交通量の関係は送信間隔 250ms, 削減率,

把握率と車車間通信性能の関係は発生車両数が 1118 台である. 図 4, 5 より, 交通量, 車車間性能に関係なく, いずれの場合も提案手法が携帯電話通信の通信パケットを削減できていることが分かった. また, 交通量が多くなるにつれて, あるいは, 車車間通信の性能が良くなるにつれて, 提案手法と携帯電話通信の削減率に開きが生じ, 提案手法の性能が固定範囲方式に比べてより向上するという結果を確認した.

6. まとめ

本稿では, 携帯電話通信の通信量削減を目標とした, 車車間通信と携帯電話通信を併用した効率的な道路交通情報共有手法を提案した. 提案手法では, 交通量を地図上の分割されたセル単位で扱い, 携帯電話通信を用いて一定範囲内に存在する情報が未取得のセルに関する情報を取得し, 車車間通信を用いてセルの情報を共有することで, 携帯電話通信の通信量を削減する. また, 交通量やその時点での情報の把握率に応じ, 携帯電話通信の利用範囲を変えることで, 情報の把握率を保った状態で更なる効率化を図った. シミュレーション結果より, 提案手法では, 情報の把握率が高い状態を維持しつつ, 単純な範囲固定方式に比べ, 携帯電話通信による情報の取得数を削減でき, 携帯電話通信の通信量を削減できることを確認した.

今後の課題としては, 提案手法では現在の交通量や情報の把握率より携帯電話通信の利用範囲を決定していたが, 取得した交通量の情報及び走行ルートを用いた予測制御は行っていないため, 予測制御による情報取得の期待値を考慮した携帯電話通信の使用率制御を行うことが挙げられる. また, 交通管理センターのサーバ上で各車の配置をもとに配布する情報を制御することや既存の路車間通信を用いることで更なる効率化を図ることが挙げられる.

5. 主な発表論文等

[学会発表] (計 10 件)

- ① Takaaki Umedu, Yuji Togashi, Teruo Higashino: "A Self-learning Traffic Signal Control Method for CO2 Reduction Using Prediction of Vehicle Arrival", Proceedings of the 15th IEEE Intelligent Transportation Systems Conference (ITSC 2012) (Sep. 2012). [査読有り]
- ② Takaaki Umedu, Akira Uejima, and Teruo Higashino: "A Vehicular Mobility Model Considering Acceleration for Realistic Simulation of ITS Applications", IWIN (International

Workshop on Informatics) 2012 (Sep. 2012). [査読有り]

- ③ Sae Fujii, Atsushi Fujita, Takaaki Umedu, Hirozumi Yamaguchi, Teruo Higashino, Shigeru Kaneda and Mineo Takai: “Cooperative Vehicle Positioning via V2V Communications and Onboard Sensors”, Proceedings of the 4th International Symposium on Wireless Vehicular Communications (WiVeC2011) (Nov. 2011). [査読有り]
- ④ 藤田 敦, 梅津 高朗, 山口弘純, 東野輝夫, 金田 茂, 高井峰生: “安全運転支援に向けた車車間通信による協調型車両位置推定”, 研究報告「高度交通システム (ITS)」 Vol.2012-ITS-49, No.5 (Jun. 2012).
- ⑤ 安達 佳明, 梅津 高朗, 山口 弘純, 東野 輝夫: “車車間通信を用いた情報共有により携帯電話通信量の削減を行う道路交通情報提供手法”, マルチメディア, 分散, 協調とモバイル (DICOM02012)シンポジウム論文集, pp. 524 - 538 (Jul. 2012).
- ⑥ 大道 修, 廣森 聡仁, 梅津 高朗, 山口弘純, 東野 輝夫: “網羅的な交通密度データとプローブカーデータとの適合性判定によるOD交通量推定法”, マルチメディア, 分散, 協調とモバイル (DICOM02012)シンポジウム論文集, pp. 1060 - 1068 (Jul. 2012).
- ⑦ 森 駿介, Yu-Chih Wang, 梅津 高朗, 山口弘純, 東野 輝夫: “協調型空間センシングのためのデータ収集ミドルウェアの実装”, マルチメディア, 分散, 協調とモバイル (DICOM02012)シンポジウム論文集, pp. 2244 - 2256 (Jul. 2012).
- ⑧ 富樫 祐二, 梅津 高朗, 東野 輝夫: “排気量削減を目的とした車両移動予測に基づく強化学習による信号機制御手法の提案”, 研究報告「高度交通システム (ITS)」 Vol.2012-ITS-48, No.1 (Mar. 2012).
- ⑨ 森 駿介, 梅津 高朗, 山口 弘純, 東野輝夫: “モバイル端末による協調センシングアプリケーション設計のためのフレームワーク”, 平成 23 年度 情報処理学会関西支部 支部大会 講演論文集, F-103 (Nov. 2011).
- ⑩ 梅津 高朗: “既存インフラと車車間通信を組み合わせた車載機器向け情報通信プラットフォーム”, 研究報告「高度交通システム (ITS)」 Vol.2011-ITS-45, No.5 (Jun. 2011).

6. 研究組織

(1) 研究代表者

梅津 高朗 (UMEDU TAKAAKI)

大阪大学・大学院情報科学研究科・助教

研究者番号: 10346174