慶應義塾大学学術情報リポジトリ
Keio Associated Repository of Academic resouces

Title	車両通信における条件ベース情報収集・分配手法とシミュレーション評価基盤
Sub Title	Condition-based information dissemination and collection in vehicle-to-vehicle communication and simulation evaluation framework
Author	重野, 寛(Shigeno, Hiroshi) 岡田, 謙一(Okada, Kenichi) 松本, 修一(Matsumoto, Shuichi)
Publisher	
Publication year	2016
Jtitle	科学研究費補助金研究成果報告書 (2015.)
JaLC DOI	
Abstract	本研究課題では, ITSのための車両アドホックネットワーク(VANET)の通信方式として, 各車両が条件に基づいて自律的に情報転送や情報交換を行う条件ベースの情報収集・分配手法を検討し, 道路の連結構造を考慮した条件ベースの情報分配手法BRNT, 道路網構造と通信コネクティビティを考慮した条件ベース情報収集・分配手法RO-CBRなどを提案し, 評価した。また, BRNTを用いたインフラレス動的走行経路案内を提案し, ネットワークシミュレーションと交通シミュレーションの統合シミュレーション基盤を構築し, 通信と交通が相互に影響する環境でアプリケーション性能と通信性能の両面から評価した。 In this research project, we explored a design space of condition-based information dissemination and collection schemes for VANET-based ITS services. We proposed and evaluated a series of information dissemination and collection protocols that consider road topology and a variety of communication connectivity that highly depend on vehicle traffic and environments. Such protocols included a broadcast protocol that consider road network structure, BRNT, and a geo-routing protocol that consider road segment connection and communication connectivity, RO-CBR. We also designed a simulation evaluation framework for VANET-based ITS applications, that integrates network protocol simulation and vehicle traffic simulation to evaluate them in application performance such as travel time and emissions as well as communication performance such as throughput. We proposed a dynamic route guidance application on BRNT and VANET and evaluated it using the simulation framework to show its effectiveness.
Notes	研究種目：基盤研究(B)(一般) 研究期間：2013～2015 課題番号：25280032 研究分野：情報ネットワーク
Genre	Research Paper
URL	https://koara.lib.keio.ac.jp/xoonips/modules/xoonips/detail.php?koara_id=KAKEN_25280032seika

慶應義塾大学学術情報リポジトリ(KOARA)に掲載されているコンテンツの著作権は、それぞれの著作者、学会または出版社/発行者に帰属し、その権利は著作権法によって保護されています。引用にあたっては、著作権法を遵守してご利用ください。

The copyrights of content available on the KeiO Associated Repository of Academic resources (KOARA) belong to the respective authors, academic societies, or publishers/issuers, and these rights are protected by the Japanese Copyright Act. When quoting the content, please follow the Japanese copyright act.

様　式　Ｃ－１９、Ｆ－１９、Ｚ－１９　（共通）

科学研究費助成事業　　研究成果報告書

平成 ２８ 年　 ５ 月 ２５ 日現在

機関番号：３２６１２
研究種目：基盤研究(B)（一般）
研究期間：2013～2015
課題番号：２５２８００３２

研究課題名（和文）車両通信における条件ベース情報収集・分配手法とシミュレーション評価基盤

研究課題名（英文）Condition-based Information Dissemination and Collection in Vehicle-to-Vehicle Communication and Simulation Evaluation Framework

研究代表者
重野　寛（SHIGENO, Hiroshi）

慶應義塾大学・理工学部・教授

研究者番号：３０３０６８８１

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費）　　13,900,000円

研究成果の概要（和文）：本研究課題では、ITSのための車両アドホックネットワーク（VANET）の通信方式として、各車両が条件に基づいて自律的に情報転送や情報交換を行う条件ベースの情報収集・分配手法を検討し、道路の連結構造を考慮した条件ベースの情報分配手法BRNT、道路網構造と通信コネクティビティを考慮した条件ベース情報収集・分配手法RO-CBRなどを提案し、評価した。また、BRNTを用いたインフラレス動的走行経路案内を提案し、ネットワークシミュレーションと交通シミュレーションの統合シミュレーション基盤を構築し、通信と交通が相互に影響する環境でアプリケーション性能と通信性能の両面から評価した。

研究成果の概要（英文）：In this research project, we explored a design space of condition-based information dissemination and collection schemes for VANET-based ITS services. We proposed and evaluated a series of information dissemination and collection protocols that consider road topology and a variety of communication connectivity that highly depend on vehicle traffic and environments. Such protocols included a broadcast protocol that consider road network structure, BRNT, and a geo-routing protocol that consider road segment connection and communication connectivity, RO-CBR. We also designed a simulation evaluation framework for VANET-based ITS applications, that integrates network protocol simulation and vehicle traffic simulation to evaluate them in application performance such as travel time and emissions as well as communication performance such as throughput. We proposed a dynamic route guidance application on BRNT and VANET and evaluated it using the simulation framework to show its effectiveness.

研究分野：情報ネットワーク

キーワード：高度道路交通システム　次世代交通システム　ネットワーク　移動体通信　車車間通信ネットワーク

１．研究開始当初の背景

高度交通情報システム（ITS）の通信方式として、不特定の車両から自律的に構成される車両アドホックネットワーク（VANET）が精力的に研究開発されている。VANET は数百ｍから数km程度の比較的近距離の情報交換の手段を提供し、車両プローブ情報の収集、交通状況や事故情報の共有、自動走行などの協調走行支援など、将来の ITS アプリケーションを支える重要な通信技術である。

VANET ではトポロジや車両密度が激しく変化し、宛先車両や中継車両も時々刻々と変化する。このため、MANET とは異なるアプローチの通信手法が精力的に検討されている。さらに、道路網構造や車両交通状況等の自動車交通環境に固有の要素を VANET の通信制御で考慮することで、ITS アプリケーションのための情報収集・分配方式に発展させることが期待できる。

一方、VANET の通信方式の評価では、計算機シミュレーションが有効な手段であり、通信と交通の相互作用を考慮した評価が大きな課題である。このために、ネットワークシミュレーションと交通シミュレーションが相互に影響しあう統合シミュレーションの実現が必要である。今後は、通信性能に留まらず、交通効率や環境性能などの ITS アプリケーションの効果にまで踏み込んだ評価が重要である。

２．研究の目的

本研究課題では、ITS のために研究が進められている VANET の通信方式として、各車両が条件に基づいて自律的に情報転送や情報交換を行う条件ベースの情報収集・分配手法を提案し、提案手法の有効性を、現実的な交通条件における通信性能と、交通流や環境への影響といったアプリケーション性能の両面から検証するシミュレーション評価基盤を研究開発することを目的とする。

具体的には、図１に示すように、（A）道路網構造や車両交通状況等を利用した条件ベースの情報収集・分配手法を提案し、それ利用した（B）周辺交通状況や事故情報等の情報共有手法とそれに基づく交通制御／協調走行アプリケーションを設計し、（C）通信と交通が相互に影響する環境における評価を行うための統合シミュレーション基盤を構築し、提案を評価することを目標とする。

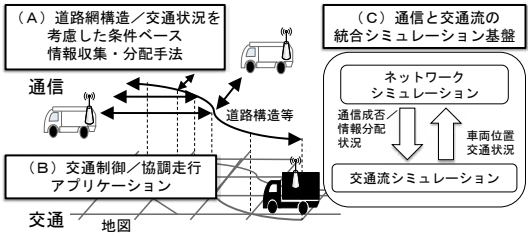


図１ 研究全体像

３．研究の方法

(1) 平成 25 年度は、道路網構造に着目した条件ベース情報分配手法と経路制御手法、高速道路におけるショックウェーブ抑制手法について研究を進めた。また、交通シミュレーションの結果をネットワークシミュレーションに取り込む片方向シミュレーションを実現し、性能評価に導入した。

道路地図データをもとに道路網構造を分析し、道路の連結構造を利用してパケット転送の効率化をはかる条件ベースの情報分配手法 RNBAR を提案した（後に改良して BRNT とした）。提案手法をシミュレーション・プログラムとして実装し、比較的単純な道路構造を対象として評価した。平均パケット中継回数やパケット到達率等の観点から提案手法の有効性を示した。また、道路網構造を基づいてパケットの転送経路を決定するソースルーティング手法についても提案し、道路地図データを用いた片方向シミュレーションにより通信性能を評価し、有効性を示した。加えて、高速道路における渋滞原因であるショックウェーブの抑制方式を提案した。シミュレーション評価から、通信性能に加え、平均ショックウェーブ伝播速度、平均渋滞時間等の観点からも有効性を示した。

(2) 平成 26 年度は、車両交通状況に着目しして、道路網構造と通信コネクティビティを考慮した条件ベース情報収集・分配手法 RO-CBR を提案した。また、交通シミュレーションとネットワークシミュレーションを統合的に実施する双方向シミュレーション環境の実現方法について検討した。

都市部の複雑な環境において、車両交通状況よっては車両密度が低下して通信性能が悪化する問題に対して、道路網構造と通信コネクティビティを考慮した条件ベース情報収集・分配手法 RO-CBR を提案した。提案手法をシミュレーションに実装し、都市部の道路地図データ、建物を考慮した電波伝搬モデル（ITU-R P.1411）を含むシナリオを用いた片方向シミュレーションにより評価した。通信到達性、総中継量、通信遅延の観点から既存方式と比較評価を行い、提案方式の有効性を示した。加えて、交差点分布の分散に着目した道路網構造の複雑度分析手法、アドホックネットワークにおけるノード信頼度の評価手法とセキュア経路制御への応用についても検討した。都市部を対象として道路網モデル、無線伝搬モデル等のシミュレーション・モデルをまとめ、世界 10 都市の道路地図データを整備し、双方向シミュレーション環境の実現手法を検討した。

(3) 平成 27 年度は、車両間協調アプリケーションとして VANET を用いたインフラレス動的走行経路案内を設計し、それを双方向シミュレーションとして実装し、通信性能とアプリケーション性能の両面から評価した。

設計したインフラレス動的走行経路案内は、各車両は VANET 通信によって取得した他車両の走行情報もとに、各道路セグメントの通過所要時間を Greenshields モデルにより推定し、一定周期ごとに最短時間経路を求める。条件ベースの情報分配手法 RNBAR を拡張して BRNT を提案し、インフラレス動的走行経路案内とともに双方向シミュレーションに実装し、通信と交通が相互に影響する環境における評価を実現した。市街地を想定したシミュレーションにより、通信性能とアプリケーション性能の両面にからインフラレス動的走行経路案内を評価し、有効性を示した。

４．研究成果

(1) 道路の連結構造を考慮した条件ベースの情報分配手法 BRNT

① RNBAR と BRNT の概要

RNBAR と BRNT の目的は、道路の接続性を考慮することで、通信の到着率を維持しながら、冗長な中継を削減し、効率的のよい情報散布を行うことである。RNBAR では、図 2 に示すように、デジタル道路地図から作成した道路網グラフから連結支配集合（CDS）を求め、それを中継制御に利用する。道路セグメントが CDS に含まれるかを基準として、CDS 道路セグメント、非 CDS 道路セグメントに分類し、中継車両は自身の走行する道路セグメントの分類に応じて、次の中継車両の選択方法を変更する。RNABR ではこの中継車両選択を送信車両ベースとしたが、BRNT では受信車両ベースとした。CDS 道路セグメント上では通信到達性を優先し、建物等のシャドウイングを考慮して交差点付近の車両を次中継車両に選択する。一方、非 CDS 道路セグメント上では、中継回数の削減を優先し、距離に基づいて次中継車両を選択する。

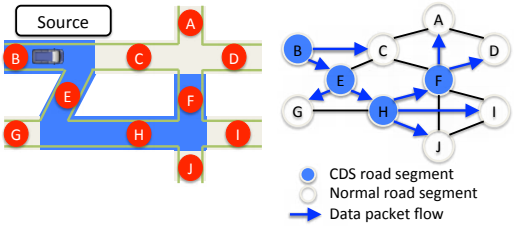
② 送信動作と中継制御

BRNT では送信車両が CDS 道路セグメントを計算する。ネットワーク全体での中継量削減の観点から、CDS は小さいことが望ましいが、最小 CDS を求めることは NP 困難である。提案手法では、Guha ら［1］の提案したヒューリスティックなアルゴリズムを利用した。

BRNT は、パケットを受信した各車両が中継を判断する受信車両ベースの中継制御を行う。パケットを受信した車両が中継車両の候補となり、送信待ち時間制御と他車両からの中継のオーバーヒアよる中継中止より、車両が位置する道路セグメントの中で、コンテンションベースで中継車両が決定される。全体として交差点付近や CDS 道路セグメント上の車両の中継待ち時間を短くなるようにする。

③ BRNT のシミュレーション評価

都市部における情報散布を想定したシミュレーションにより、BRNT を既存方式と比較評価した。現実的な車両のモビリティで評価を行うために交通シミュレータ SUMO（ver. 0.20）で求めた車両の移動軌跡情報を



(a) 道路地図　(b) 道路網グラフとCDS

図 2 道路地図と道路網グラフ

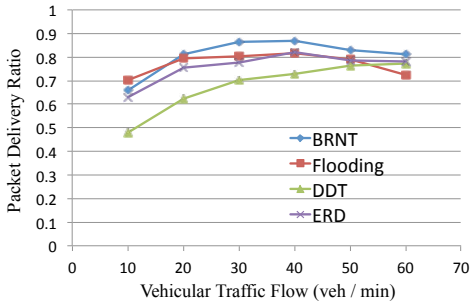


図 3 BRNT の評価：パケット到達率

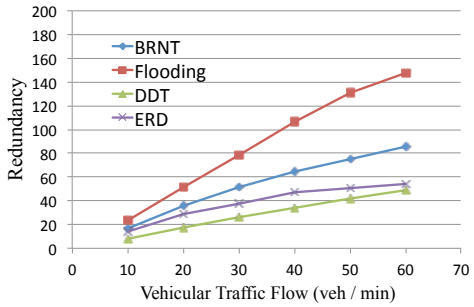


図 4 BRNT の評価：中継冗長度

通信シミュレータ Scenargie（ver. 1.7）に取り込んで評価を行った（片方向シミュレーション）。米国マンハッタン地区（1350m×1200m）を対象とし、道路地図には Open Street Map（OSM）を用いた。建物を考慮した電波伝搬モデルとして ITU-R P.1411 を用いた。通信プロトコルは IEEE 802.11p （5.9GHz 帯、6Mbps、送信出力 20dBm）を想定し、その上で BRNT が動作するものとした。

図 3 に BRNT のパケット到達率を、図 4 に中継冗長度を示す。パケット到達率は、ブロードドキャストパケットの受信に成功した車両の平均割合を、中継冗長度は送信パケット当たりの平均中継回数を示す。車両密度が 20veh/min. 以上において、BRNT は 0.8 以上のパケット到達率を達成している。これは、BRNT が受信車両ベースの方式でトポロジ変動に強く、また、道路網構造を考慮して、車両が位置する道路セグメントやその中の位置によって、中継の優先度を制御しているからである。中継冗長度にていて、BRNT はフラッディングを大きく改善するものの、他方式よりは劣る。CDS のサイズを小さくできれば、中継冗長度を改善できる可能性がある。

(2) 道路網構造と通信コネクティビティを考慮した条件ベース情報収集・分配手法 RO-CBR

① RO-CBR の概要

RO-CBR は道路網構造と通信コネクティビティに基づいたジオルーティング手法である。道路セグメントは隣接する 2 つの交差点で定義される道路区間であり、本提案では道路セグメント単位での中継を行う。道路網構造として各道路セグメント間の接続を考慮する。また、通信コネクティビティは各道路セグメント内での通信の安定性を表し、道路セグメントの車両密度から判断する。

図 5 に RO-CBR の中継処理を示す。中継車両（送信車両を含む）はパケット送信時に道路網構造と通信コネクティビティに基づいて中継道路セグメントの選択し、道路セグメント単位で次ホップの中継候補車両を指定する。中継候補車両間では Contention-based Flooding（CBF）による自律的中継制御により、中継車両が決定される。これら 2 つの処理により、不要な地理範囲へのパケット拡散を抑制し、道路セグメント間の車両分布の偏りによる到達性の低下を抑制する。

② 中継車両での中継道路セグメント選択と受信車両による自律的中継制御

各車両は位置座標を取得でき、共通の道路地図を保持しているものとする。また、ビーコンより、周辺車両や 1 ホップで到達可能な道路セグメントを検出できるものとする。

中継車両は次ホップで到達できる各道路セグメントについて選択のための優先度を算出する。優先度は距離的評価と接続性評価の重み付き線形結合である。選択した際に宛先への距離が小さくなり（距離ゲインが大きく）、道路車両密度が高い（通信の接続性が高い）道路セグメントに高い優先度を与える。

最も優先度の高い道路セグメントを選択し、中間目標地点（Anchor Point）を設定する。中間目標地点までの最短経路上の道路セグメントの集合を、中継道路セグメントリストとしてパケットに格納して送信する。

RO-CBR ではパケット中の中継道路セグメントリストで次ホップが指定される。すなわち、指定された中継道路セグメント上に位置する車両が中継候補車両となり、CBF アプローチよって自律的に中継判断を行う。

③ RO-CBR のシミュレーション評価

都市部における情報収集を想定したシミュレーションにより、RO-CBR を既存方式と比較評価した。交通シミュレータ SUMO（ver. 0.21）で求めた車両の移動軌跡情報を通信シミュレータ Scenargie（ver. 1.7）に取り込んでシミュレーションを行った（片方向シミュレーション）。東京浅草地区（800m × 1,000m）を対象とし（MAP1）、道路地図には日本デジタル地図を用いた。浅草地区に加えて、道路配置が格子状の東京両国地区（MAP2）と、

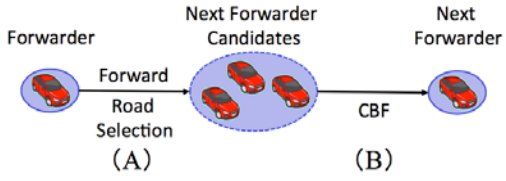


図 5 RO-CBR の中継処理

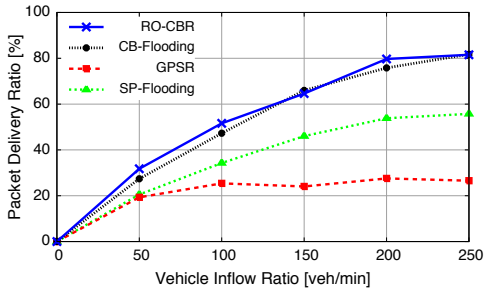


図 6 RO-CBR の評価：パケット到達率

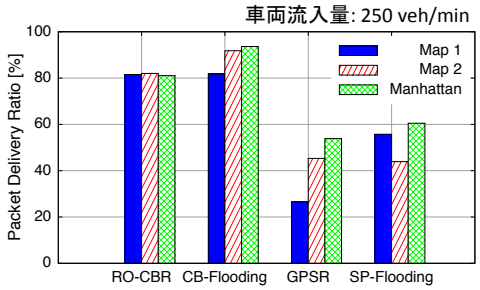


図 7 RO-CBR の評価：パケット到達率の比較

完全に規則的なマンハッタンモデル上でも評価した。地図中の情報集約点（基地局）を 1 つ配置し、各車両は集約点に 10 秒間隔で 500 バイトの情報を送信するものとし、ビーコン間隔を 1 秒とした。通信プロトコル等、その他の条件は 4(1)③に準じる。

図 6 に車両流入量に対するパケット到達率を示す。RO-CBR は、カウンタベース・フラッディング（CB-Flooding）と同等のパケット到着率を達成している。これは、CBF アプローチによって建物のシャドウイングに起因するようなトポロジ変動の影響を低減しているためである。他の評価から、通信の冗長度も抑制されることが示された。図 7 に道路モデルごとのパケット到達率の比較、RO-CBR が道路網構造に違いによらず安定して高い性能を達成していることが分かる。

(3) VANET を用いたインフラレス動的走行経路案内と統合シミュレーションによる評価

① インフラレス動的走行経路案内の概要

インフラレス動的走行経路案内（DRG）では、各車両は VANET でのブロードキャスト型の情報散布手法を用いて、周囲の車両と走行情報を共有する。収集した他車両の走行情報

から各道路セグメントの予測通過時間を算出し、走行経路を求める。今回は各道路セグメントの予測通過時間は Greenshields モデル [2] により算出し、ダイクストラ法を用いて最短時間経路を算出ひて経路を案内するものとした。以上の手順を一定周期ごとに実行することで、車両ごとに交通上状況の変化に応じて、走行経路を動的に変更する。

② 統合シミュレーションの構築手法

インフラレス DRG のようなアプリケーションでは、通信結果と交通の間に相互作用がある。そのため、ネットワークシミュレーションと交通シミュレーションの結果が相互に影響する統合シミュレーションを構築した。

図 8 に統合シミュレーションのシステム構成を示す。本システムは、ガイダンスアプリケーション、ネットワークシミュレータ (NS)、交通シミュレータ (TS) の 3 つのモジュールから構成され、共通のデジタル地図データを用いて動作する。ガイダンスアプリケーションは NS と TS から得られた車両位置・走行情報や通信結果情報をもとに、各車両における動的走行経路案内を実現する。同時に、各シミュレータ間の情報交換の橋渡しを行い、それぞれのシミュレーションの実行を制御する。各シミュレータは指定された時間区間におけるシミュレーションを実行するサーバとして動作し、その結果をガイダンスアプリケーションに提供する。NS は与えられた車両走行軌跡データをもとに通信シミュレーションを実行し、通信結果情報を提供する。TS では、通信で取得できた交通情報をもとに、走行経路の再計算と交通シミュレーションを実行し、車両モビリティ情報を提供する。

シミュレーションの実装おいては、Scenargie (ver. 2.0)、SUMO (ver.0.24) を用い、SUMO とのインタフェースには TraCI (Traffic Control Interface) を用いた。

③インフラレス動的経路案内の評価

インフラレス DRG を、都市部を想定した統合シミュレーションにより、アプリケーション性能と通信性能の両面から評価した。米国マンハッタン地区 (2000m×5000m) を対象として、デジタル地図には Open Street Map (OSM) を用いた。評価シナリオでは、シミュレーション時間を 3600 秒とし、この間、車両を 100veh/min. で流入させた。各車両の出発地と目的地をランダムに選択した交差点であり、その距離は 1km 以上とした。時刻 1800 秒から 2400 秒について、約 1000 台の車両について評価対象とした。車両は一定の走行経路更新周期ごとに直近の 1 分間の通信によって得られた情報をもとに経路変更を検討するものとした。車両は 1 分間に 1 回、ランダムなタイミングで情報散布を行うものとし、提案した BRNT、既存の Counter-based Flooding (CB-Flooding)、DDT について比較した。電波伝搬モデル、通信プロトコル等、その他の条件は 4(1)③の条件に準じる。

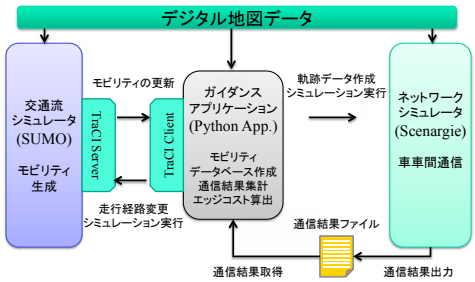


図 8 統合シミュレーションのシステム構成

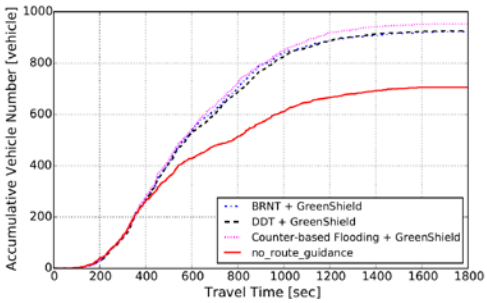


図 9 インフラレス DRG：走行時間分布

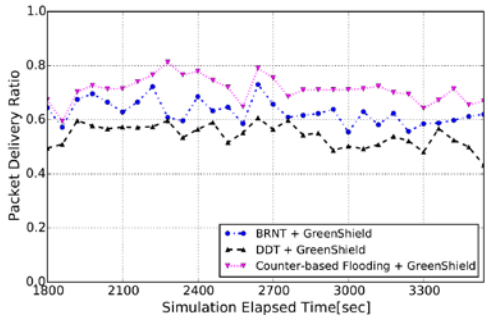


図 10 インフラレス DRG：パケット到達率

図 9 に目的地までの走行時間分布（累積車両台数）を、図 10 に測定を行った時間帯におけるパケット到達率を示す。図 9 から、インフラレス DRG はそれがない場合に比べて走行時間を改善できることが確認できる。本シミュレーション結果では通信方式の間での性能差は小さいが、別の結果から、特に長い走行経路において、CB-Flooding の性能が最も高く、BNRT、DDT の順で性能が低下することが分かった。図 10 のパケット到着率も同様の結果であり、パケット到達率が高いほうが走行時間を短縮できたと言える。パケット到達率が高い場合、各車両がより多くの走行情報を取得できる。このため、各道路セグメントの予測走行時間の精度が向上し、混雑している道路を回避できる可能性が高くなる。

<引用文献>

[1] S. Guha and S. Khuller: Approximation Algorithms for Connected Dominating Sets, Algorithmica, Vol. 20, No. 4, pp. 374-387, 1998.

[2] Greenshields, B. D.：A study in highway capacity, Vol. 14, No. 1, pp. 448-477, 1935.

５．主な発表論文等
（研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線）

〔雑誌論文〕（計５件）

① 梅田沙也華，大畑百合，神本崇史，重野寛，モバイルネットワークにおけるノードの行動に適応したトラストモデル，情報処理学会論文誌，査読有，Vol.57, No.2, 2016, 471-479
② 小原啓志，柳田諒，小川紘基，重野寛，自動車アドホックネットワークにおける道路網構造およびコネクティビティに基づくジオルーティング手法，情報処理学会論文誌，査読有，Vol.57, No.1, 2016, 34-42
③ 赤松諒介，小原啓志，重野寛，車両アドホックネットワークにおける道路構造を考慮したジオルーティング手法，情報処理学会論文誌，査読有，Vol.56, No.2, 2015, 483-491
④ 牛窪洋貴，武田苑子，重野寛，モバイルアドホックネットワークにおけるトラストを利用した効率的セキュアルーティング，情報処理学会論文誌，査読有，Vol.55, No.2, 2014, 649-658
⑤ 鈴木理基，重野寛，車車間通信の輻輳を考慮したショックウェーブ抑制方式，情報処理学会論文誌，査読有，Vol.55, No.2, 2014, 801-811

〔学会発表〕（計20件）

① 小原啓志，小川紘基，柳田諒，重野寛，インフラレスの動的走行経路案内のための双方向シミュレーションの実装，情報処理学会第 77 回モバイルコンピューティングとパーベイシブシステム研究会（MBL)・第63回高度交通システムとスマートコミュニティ研究会（ITS）合同研究発表会，pp.1-7, 2015年12月3日,愛知工業大学（愛知県・豊田市）
② Keiji Obara, Ryosuke Akamatsu, Hiroshi Shigeno, "BRNT: Broadcast Protocol with Road Network Topology for Urban Vehicular Ad Hoc Networks," IEEE 82nd Vehicular Technology Conference (VTC2015-Fall), pp.1-5, 2015年9月8日, Boston(USA)
③ Yuri Ohata, Sayaka Umeda, Takashi Kamimoto, Hiroshi Shigeno, "Secure Routing Protocol Considering Load Distribution in Mobile Ad hoc Networks," 2015 IEEE Intl. Symp. on Recent Advances of Trust, Security and Privacy in Computing and Communications (RATSP2015), pp.840-847, 2015 年 8 月 20 日, Helsinki (Finland)
④ 柳田諒，小原啓志，小川紘基，重野寛，車両間ブロードキャストのためのボロノイ領域を利用した道路網構造の複雑度分析，情報処理学会第 61 回高度交通システムとスマートコミュニティ・第13回コンシューマ・デバイス&システム合同研究発表会，pp.1-8, 2015年5月21日，神奈川工科大（神奈川県・横浜市）
⑤ Ryosuke Akamatsu, Keiji Obara, Hiroshi Shigeno, "Road-Oriented Geographic Routing Protocol for Urban Vehicular Ad Hoc Networks," The 29th IEEE Intl. Conf on Advanced Information Networking and Applications Workshops (WAINA 2015), pp. 721-726, 2015 年 3 月 25 日, Gwangju (Korea).
⑥ 原紘一郎，赤松諒介，小原啓志，重野寛，VANET における道路網構造に基づいた経路算出によるソースルーティング手法，情報処理学会第 56 回高度交通システム研究会，pp.1-8, 2014年3月7日，国立沖縄工業高等専門学校（沖縄県・名護市）
⑦ Ryosuke Akamatsu, Masaki Suzuki, Takuya Okamoto, Koichiro Hara, Hiroshi Shigeno, "Adaptive Delay-based Geocast Protocol for Data Dissemination in Urban VANET," Seventh Intl. Conf. on Mobile Computing and Ubiquitous Networking (ICMU2014), pp.141-146, 2014年1月7日, Singapore (Singapore)
⑧ 赤松諒介，鈴木理基，岡本卓也，原紘一郎，重野寛，都市環境 VANET における交差点を考慮した Geocast 手法の検討，情報処理学会第 53 回高度交通システム研究会，pp.1-8, 2013年6月14日，慶應義塾大学（神奈川県・横浜市）

〔その他〕
ホームページ等
http://www.sgn.ics.keio.ac.jp

６．研究組織
(1)研究代表者
重野　寛（SHIGENO Hiroshi）
慶應義塾大学・理工学部・教授
研究者番号：３０３０６８８１

(2)研究分担者
岡田　謙一（OKADA Kenichi）
慶應義塾大学・理工学部・教授
研究者番号：８０１１８９２６

(2)研究分担者
松本修一（MATSUMOTO Shuichi）
文教大学・情報学部・准教授
研究者番号：６０３８９２１０

(4)連携研究者
該当なし