

VANETにおける類似位置指定情報要求の集約に基づく 情報配信のための配信ポリシーの設計

新美 雄也¹ 中村 暢宏¹ 石原 進¹

概要: 車両間で事故や渋滞などの道路交通情報の共有を行い、ドライバーに対して遠隔地の情報を提供し運転を支援するための技術開発が進められている。筆者らはVANETにおいて、ドライバーが興味を持つ地点の現在の情報を、車載カメラによる動画像として車両間通信で伝達しドライバーへ提供するシステムの開発を行っている。このシステムにおいて、車両が生成したデータを効率的に共有するための情報配信手法の検討をした。本稿では、必要とされている情報をトラフィックを抑制しつつ配信するために、情報の需要と供給の程度に基づき各車両が配信する情報を選択する手法を提案する。要求をDemand mapと呼ぶ位置依存情報に対する需要の地理的分布図として集約する手法、及び情報の重複した送信を避けるため隣接車両が持つ情報をあらかじめ把握する手法について述べ、更に車両が配信データを状況に応じて適切に選択するための配信ポリシーについて検討する。

キーワード: 車々間アドホックネットワーク, 位置依存情報, 情報配信, Demand map, Supply map

1. はじめに

近年、車両間の通信によって無線マルチホップネットワークを動的に構築する車々間アドホックネットワーク(Vehicular Ad hoc NETWORK: VANET)を利用し、車両間での情報共有を行う事で運転の安全性・快適性向上のための運転支援システムの研究開発が進められている。車両間で交通情報共有を行うことで、ドライバーは離れた地点の情報を得ることが可能となり、動的な経路選択などの運転支援に役立てることができる。筆者らはこのVANETを用いて事故や渋滞等の位置に依存した情報(位置依存情報、例として車載カメラによる動画像データ)を車両間で共有し、運転支援に役立てるシステムの開発を行っている[1]。このシステムでは、ドライバーが興味のある位置(POI: Point of Interest)を音声あるいは手動の操作でシステムに伝え、システムは指定された位置で撮影された画像をVANETを通して入手し、ドライバーへ提示する。指定した位置で撮影された画像を目視で確認することで、ドライバーがその位置の現在の状況を確認することが可能となり、より快適な運転を可能とすることを目指している。

無線アドホックネットワークにおいて、ある領域の情報を指定して取得する手法としては、ある情報を求めるノ-

ドが要求メッセージを発信し、要求に合致する情報を保持する車両が情報を応答メッセージとして返送することで、要求生成ノードが求めた情報を取得するプル型データアクセスがある[2]。しかしながらVANETでは、ノードである車両の移動によってネットワークトポロジが頻繁に変わり、車両間の接続性が保証されない問題がある。そのため要求・応答メッセージが配送経路上で失われ、情報伝達が行えない可能性がある。更に、複数車両が同様の情報を求め、同じ位置を指定した要求が多数発生した場合には、複数の車両から類似の情報が応答としてネットワーク上で伝送されることとなる。その結果、応答メッセージの伝送トラフィックが増加し、通信資源の浪費につながる。

既に提案されているVANETによる情報共有システムの多くでは、道路情報を観測した車両がその情報を配信範囲を指定して散布することで情報共有を行うプッシュ型データ配信を用いている[3]。この方法では、プル型データアクセスであったような類似の情報の重複した送信が発生しない。しかしながら生成した情報の中で、需要が低く配信の必要が無い情報も送信してしまうことで余分なトラフィックが発生し、通信資源の浪費を引き起こす問題がある。これに対して既存手法の多くでは、配信する情報の中で類似のものを集約しデータサイズを抑えることで、配信トラフィック量を削減している[4][5][6][7]。しかしながらこれらの方式では、個々のデータが集約が容易な数値データを

¹ 静岡大学大学院工学研究科
Graduate School of Engineering, Shizuoka University

対象としており、本研究で想定するような車載カメラによる撮影画像に対して応用することは難しい。

これらプル・プッシュ型通信の問題に対応するため、筆者らはプル・プッシュのハイブリッド型配信方法を提唱している [1]。この方法では、車両はある POI に関する位置依存情報を生成すると、その情報を周辺の車両に配信する。その後、その情報を受信した車両は、データの有効期限内に達するまで、プッシュ型で情報の配信を繰り返す。プッシュ型で情報を配信する場合、配信の範囲が適切に設定されていなければ、先に述べたプッシュ型における通信資源浪費の問題が発生してしまう。筆者らはこの配信範囲の設定について、プル型における要求メッセージの発生時刻・地理的分布を考慮に入れた方法を提案している [8][9]。この手法では、各車両が受信した要求メッセージをもとに、要求発生位置から POI に対する要求の強さを表す対応図 (Demand map, 以下 Dmap) を生成し、Dmap に基づいて位置依存情報の配信を行う。

本論文では、Demand map ベースデータ配信手法において、各車両が位置依存情報に対する需要の分布を知っている状況の下、適切に車両それぞれの要求が満たされ、かつ通信トラフィックを不必要に浪費しないための効率的な情報の配信ポリシーの設計について議論する。VANET のようなネットワークの断絶が頻繁に起こる接続環境において、動画のような情報の配信を行うためには、配信を行う車両がそれぞれの状況に応じて適切な情報を選択し送信を行う必要がある。配信情報の選択については、各車両が配信情報の選択基準に基づいて、自身が保持する情報に対して有用性を評価し、有用性の高く評価された情報から優先して配信する方法を検討する。

以下、2 章では無線アドホックネットワーク、及び VANET における配信情報の選択に関する関連研究について述べる。3 章では Demand map ベースデータ配信手法の概要、4 章では本手法における情報配信のための配信ポリシーについて議論する。

2. 関連研究

モバイル端末で構成されるネットワークにおける情報共有では、限定的な接続機会と通信帯域の中で効率的に情報を得るために、配信の必要のない情報については送信を避け、より有用な情報を選んで配信を実行する必要がある。本章では無線アドホックネットワーク、及び VANET において配信情報の取捨選択を行っている手法について述べる。

Jiao らは、モバイルノードが構成する DTN におけるプル型通信で、より人気の高い情報がノードのバッファに保存されるよう設計することで、より価値が高い情報を配信する手法を提案している [10]。この手法における人気とは、本論文における Demand と同義であり、その点から手法の目的は類似している。しかし、この手法では人気の高さを

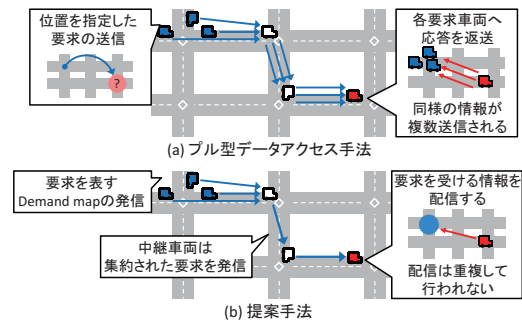


図 1 プル型データ配信手法と提案手法の比較

要求の回数としてみなしており、更に選択の基準は人気の高低のみに依存している。

Szczurek らの提案する手法では、VANET におけるプッシュ型配信で価値が高いと推測できる情報を配信する設計を行っている [11]。具体的には情報が受信車両にとって、新しくかつ利用価値が高いと言える確率を単純ベイズ学習と、情報生成からの経過時間、生成位置からの距離に基づいて計算している。その結果に基づき情報の価値に対する順位を求め、高い順位の情報を配信する。

Schwartz らは、ナッシュ交渉を用い近隣車両にとって有用性が大きい情報を選択してブロードキャストする手法である FairAD を提案している [12]。有用性の評価基準としては情報生成からの経過時間、生成位置からの距離、車両の進行方向を用い、更にナッシュ交渉を応用し各車両が受信情報から得る利益に公平性を与えるようにしている。

これらの文献 [10][11][12] の共通点として、配信するデータが数値情報 (例えば利用可能な駐車場情報、渋滞情報) に限られているという想定がある。これは画像情報を扱う本研究との差異であるが、選択基準として情報の生成からの経過時間、生成位置を考慮する戦略は近い。

動画画像情報を共有することを想定する本研究においては、VANET のような限られた接続機会と通信品質の中で、他の車両と遭遇した際にやりとりできる情報の数は少ない。そのため配信する情報をどのようにして選択するかといった方策が重要となる。

3. Demand map ベースデータ配信手法

車のドライバーに POI の情報を提示するため、VANET 環境下で車両が生成したデータに対し位置をキーとしてオンデマンドで問い合わせを行う場合を考える。要求・応答メッセージの伝送で情報を共有する単純なプル型データアクセス手法を用いれば、同様の要求が多数発生した場合にはそれに対する応答も要求毎に多数発生し、無線通信資源を浪費する問題がある (図 1(a))。扱う情報として車載カメラ撮影画像のようなデータサイズが大きいものを想定すると、上記の問題はより顕著なものとなる。この問題を回避するためには、各車両は個々の要求に対して個別に配信を行うのではなく、類似の要求が複数発生している際には

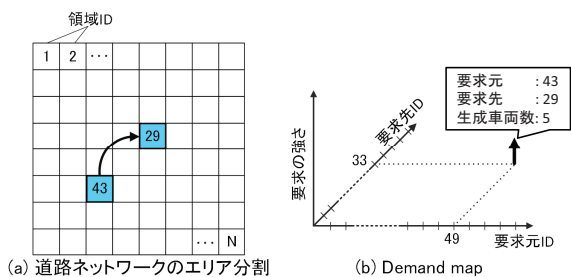


図 2 Demand map の概要

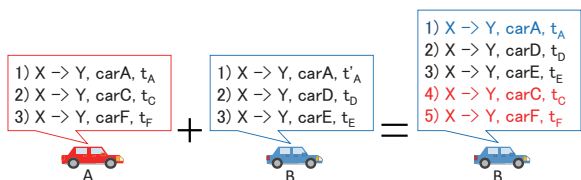


図 3 Dmap のマージ例

要求の地理的・時間的な分布を考慮し、必要最低限の配信を行うことが理想である。

本章では、各車両が、受信した位置を指定した要求を集約することで要求メッセージの分布図を作成し、情報に対する需要を把握した上で配信する情報を選択する Demand map ベースデータ配信手法における Dmap の生成及び管理手法について述べる。Demand map ベースデータ配信手法は、VANET 上で車両が生成する位置依存情報に対する要求を集約し、需要の地理的分布図 (Demand map: Dmap) にまとめ、これに応じて配信対象のデータとその配信経路を決定するものである。

3.1 Demand map

Dmap の例を図 2 に示す。本手法では、道路ネットワークをあらかじめ格子状に区切り、 N 個の小さなエリアに分割する (図 2(a))。各エリアにはユニークな ID が与えられ、車両はこの ID を識別可能である。Dmap は車両が位置するエリアと、その周辺数エリアにおいて、あるエリアからあるエリアに対して発生している要求の強さを表現する。図 2(b) では、要求が発生しているエリアを要求元エリア、要求が向けられているエリアを要求先エリアとして、それぞれ 1 次元で表現した時の Dmap の例を示している。この図では、具体的な例として要求元エリアが 49、要求先エリアが 33 として 5 台の車両がエリア 33 の情報を求めていることを表している。

この手法を用いることで、図 1(b) のように、同様の情報の重複した伝送を回避し、無線通信資源の浪費を抑える効果を狙う。プル型データアクセス手法で問題とされていたのは、同じ位置を指定した複数の要求が発生した場合に、各要求に個別に応答することで、同様の情報が重複して配信されることによる無線通信資源の浪費であった。この問題に対し、提案手法では複数の要求を需要の分布図で

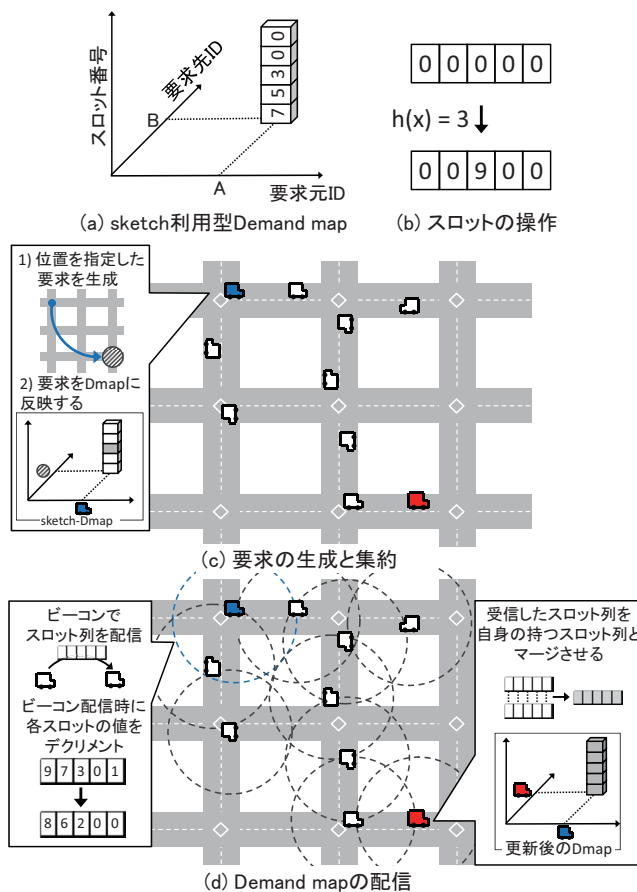


図 4 Demand map ベースデータ配信手法

ある Dmap にまとめ、Dmap を利用して配信する情報を決定する。

車両がこの Dmap を生成するために、車両は定期的に発信するビーコンに Dmap の情報を載せる。ビーコンに付帯する情報は具体的に、ビーコン発信車両の ID、車両が位置する道路 ID、タイムスタンプ、Dmap 情報である。ビーコンを受信した車両は、ビーコンに含まれる Dmap の情報を自身の Dmap とマージすることで更新する。この更新処理によって、周辺車両とデータに対する需要の分布状況を共有する。ここで、Dmap においてある位置からある位置への要求を表現するための表現方法を考える。要求生成位置、POI、要求生成車両、タイムスタンプを単純に各要求毎に保持し、この組をビーコンで配信するとした場合、Dmap のマージ処理は図 3 のようになる。車両 A からビーコンを受信した車両 B は、自身が把握していた情報に新たに受け取った要求を付け加えることで更新を行っている。このような方法でマージを行った場合、Dmap のデータ量は増加する一方となり、不適切である。更に、この表現方法では、時間経過に従って変化するであろう需要の分布を正確に Dmap に反映することが困難である。

この Dmap の設計にかかる課題について、筆者らは VANET における位置依存情報集約手法のひとつである Soft-state sketch[7] を用いる手法を提案している。Soft-

state sketch を応用した場合の本手法の動作を図 4 に示す。Dmap は、要求元位置と要求先位置の組の一つ一つに、Soft-state sketch におけるスロット列を設定する (図 4(a))。このスロット列の各スロットには、0 からあらかじめ TTL として設定される整数の間の一つの値が格納される。また、各スロットの値は単位時間毎にデクリメントする。要求が生成されたとき、その要求の生成元と POI に対応するスロット列に対して、ハッシュ関数 $h(x)$ を用い一つのスロットを選択し、そのスロットに TTL となる値を格納する。図 4(b),(c) では、下から 3 番目のスロットに対して TTL が 9 と設定した場合を表現している。

このスロット選択の処理において、上のスロットである程選択される確率は小さい。ここで、非零の値が格納されているスロットの高さを要求の強さとして表現することで時間経過とともに減少する需要を表現する。各車両はこのスロット列をビーコンに載せて発信することで、需要を他の車両に伝える。ビーコンを受信した車両は、含まれているスロット列を、同じ箇所の需要を示す自身の Dmap のうちのスロット列とマージする図 4(d)。具体的には、各スロット毎に大きい値が格納されているスロットを選択し、新たなスロット列を生成する。Soft-state sketch を応用した設計では、前節で述べた需要毎に各要求を保持する単純な場合より、計算処理を小さくすることができる。

3.2 Demand map ベースデータ配信手法の動作

ここまで述べた Demand map ベースデータ配信手法における Dmap に関する車両の動作を以下にまとめる。

要求生成時 位置を指定した情報要求がシステムに入力されると、車両はその要求を Dmap に反映させる。

- (1) 要求生成車両は保持する Dmap から、要求元を自車両の現在位置するエリア、要求先を目的のエリアとしたスロット列を取り出す。
- (2) ハッシュ関数 $h(x)$ で乱数をハッシュ化する。
- (3) 出力値番目のスロットに、あらかじめ決めた TTL となる値を格納する。
- (4) 発信するビーコンに更新したスロット列を載せる。
- (5) 一定時間待機した後、求めた情報を取得できていないとき、(1) に戻る。
- (6) 要求した情報を取得し、要求が満たされた時、対応するスロット列の全てのスロットをゼロにする。

ビーコン発信時の処理

- (1) ビーコンに載せるスロット列として、車両の周辺エリアに対応するスロット列、あるいは最近更新したスロット列を選択する。
- (2) スロット列をビーコンに載せ、発信する。

ビーコン受信時の処理 車両は、受信したビーコンに含まれる Dmap の情報を、自身が持つ Dmap とマージさせる。

- (1) 車両は、ビーコンに載せられていた各スロットに対し、同じ需要を表現するスロット列を自身が持つ Dmap から取り出す。
- (2) 取り出したスロット列と受信したスロット列の各スロット毎に、より大きい値が格納されているものを選択し、新たなスロット列を作成する。
- (3) 新たなスロット列を自身の Dmap に更新する。

3.3 位置依存情報の配信

本手法における位置依存情報の配信方法について述べる。基本的なプル型データアクセスの場合、応答メッセージは個々の要求に対して生成され、返送される。一方、本手法では各車両は Dmap によって同時に複数の要求を把握しており、それら要求が求めている情報の中から車両は自身が配信すべき情報を選択する。

配信する情報の選択方法として、全車両が必要の大きい情報を選んで配信するという単純な戦略をとった場合、その情報を求めているであろう多数の車両の要求は満たされるものの、少数のわずかな需要は無視される。従って、需要が小さい情報に対する要求も平等に満たされるよう、かつ全ての要求に対して平均的に高い達成率を達成する情報配信方法が望まれる。

このような情報配信を行うためには、各車両が自身の状況、そして周囲の状況を把握した上で、適切な位置依存情報を選択して配信しなければならない。この選択のための基準には、いくつかの要素が考えられる。

- 情報の生成からの経過時間
生成からの経過時間がより小さいものであるほど現在の道路状況を正確に反映する情報であると言いやすいため、配信にふさわしい。
- 情報に対する需要
望まれている情報を配信することで、需要に対して応えることができる。
- 情報の配信状況
既に他車両が保持している情報を配信前にあらかじめ把握しておくことで、不必要な情報の配信を回避する。
- 要求生成位置と POI を結ぶ配信経路
要求を生成した位置と要求されている位置とを結ぶ経路上に位置する車両が POI の情報を配信することで、POI から要求生成位置までデータが届くフローを形成することができる。

ここで挙げた選択基準のうち、他車両が既に保持している情報をあらかじめ Supply として把握するための手法、及び 4 種の基準を用いた配信情報選択方法の設計について次章で議論する。

4. 情報配信ポリシーの設計

各車両が求めている情報を効率的に取得するためには、

情報配信車両が状況に応じて適切に配信する情報を選択する必要がある。本章では適切な配信を行うためのキャッシュ管理手法、及び前章で述べた配信情報の選択基準に基づいて選択処理を行うための設計について議論する。

4.1 情報の配信状況: Supply

情報の配信時において、既に周辺車両が保持している情報については配信を避けることで、不要な配信を回避することが出来る。そのためには、配信前にあらかじめ、他車両がどの POI に関する情報を保持しているか把握する必要がある。そこで、車両が定期的に発信するビーコンに自身が保持している情報のメタデータを含めることとする。ビーコンに含めることのできるメタデータの件数は限られているため、どのメタデータを選びビーコンに載せるかといった選択基準が重要となる。その基準の例としては、最近受信した情報、需要が大きい情報、自身が持っている情報からのランダムな選択の他、更にはこれらの組み合わせが考えられる。

4.2 多様性優先型キャッシュ廃棄戦略

車両が位置依存情報を格納するためのストレージの容量には限りがあるため、車両は生成又は受信した情報のうち、不必要な情報を適宜廃棄する必要がある。単純な戦略をとるならば、生成からの経過時間が大きくなった情報から廃棄処理を行うのが妥当である。

しかしながら、この方法のみでは望ましくない状況が起こる場合が考えられる。図 5 の左図では、地点 X から地点 Y まで、3 台の車が進行していることを示している。地点 X において、これらの車両は同じように地点 X に関する位置依存情報を生成し、自身のストレージに保存している。各車両が同様の方法でデータベースを管理する場合、地点 Y まで到達した時点でのそれぞれのデータベースは似通った内容になっているであろう。この場合地点 Y に位置する他の車両にとっては、地点 X から複数の車両が到達したにも関わらず、これらの車両にアクセスして得られる地点 X に関する情報の種類は 1 台のみ到着した場合と変わらない。望ましいのは、3 台の車両がそれぞれ互いには同じ情報を持ち合わせないよう管理し、地点 Y にできるだけ多様性を持った情報をもたらすことである。

これを実現するため、多様性優先型キャッシュ廃棄戦略を提案する。この戦略では、車両が自身のデータベースを多様性を持つように管理する。表 1 に示すように、各車両は同じ位置に関する複数の情報のうち車両毎に異なる情報を保存するようにする。各情報には図 5 右図に示しているように重要度を与える。深刻な事故・渋滞情報などの優先度が高い情報についてはどの車両も保存し、優先度の低い情報はいずれかの車両が保持しているよう管理を行う。このように管理することで、重要な情報は確実に共有し、か

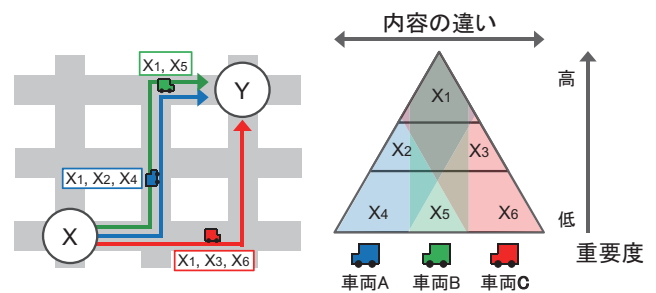


図 5 多様性優先型キャッシュ廃棄戦略の概要

つ優先度が低い情報についても多様性を持たせた配信を行う事ができる。

表 1 車両が持つ情報の種類

車両	情報
A	X ₁ , X ₂ , X ₄
B	X ₁ , X ₅
C	X ₁ , X ₃ , X ₆

4.3 情報の有用性評価関数の設計

各車両は保持する情報のうち、前章で述べた情報の選択基準に基づいて、配信にふさわしいものを選ぶ。ここで、より価値が高いといえる情報を選択するために、情報の有用性を評価し、有用性が高い情報を優先して配信を行うよう設計する。

有用性評価基準となる項目は以下が考えられる。

- (1) 情報の生成からの経過時刻: a
生成からの経過時刻が大きい情報であるほど、有用性を低く評価することで、古い情報の配信を避ける。より新しい情報が選択されるようにすることで、正確な交通状況を反映する情報を配信するようにする。この基準について、文献 [11] では、経過時間の逆数、文献 [12] では経過時間を t として、 0.999^t という計算式を用いている。
- (2) 情報に対する需要: D
強い需要がある情報に対して高く有用性を評価する。
- (3) 情報の配信状況: S
周辺の車両が持っている情報と同じ位置で生成された情報については有用性を低く評価する。
- (4) 要求生成位置と POI を結ぶ配信経路: *SupplyRoute*
図 6 で示す、ある要求に対する情報の配信経路に近い車両が情報を配信する。

ある基準で有用性が高いと評価された情報であっても、他の基準では有用性が低くなることもある。例えば、保持している車両が少なく、更に強く求められている情報については、多少生成から時間が経過していても、積極的に配信し、供給を行うべきである。また、新しい情報であっても、多くの車両が既に同じような情報を持っているような

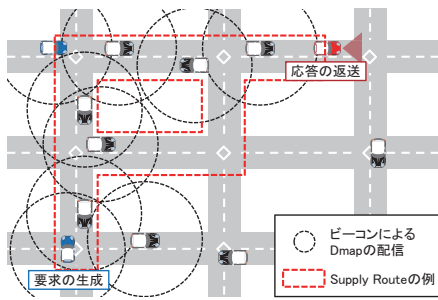


図 6 情報の配信経路: Supply Route

場合は、配信することによって周辺車両にもたらすことのできる利得が小さいため、配信するべきではない。

有用性の評価関数に関連して、文献 [11] では、利用可能駐車スペース情報共有アプリケーションを例に取り、生成からの経過時刻 a に加え、車両位置と情報生成位置との直線距離を d とし、情報 a の有用性 $R(a)$ を式 1 のように求めている。

$$R(a) = e^{-\alpha \cdot a - \beta \cdot d} \quad (1)$$

ここで α と β はそれぞれ重み付けを与える係数であり、式 1 の計算結果に基づいて情報に順位を与えている。

式 1 のような経過時間、あるいは生成位置との距離に従って評価を与える式に加え、本研究では情報の需要と供給、情報の配信経路を考慮する必要がある。需要の強さを値 D 、4.1 で示した Supply を用い情報の供給として値 S とする。SupplyRoute に関しては、情報の配信経路に近いほど大きくなる 0 から 1 の間の実数 r を用いることとする。これらの値を式 1 に用い、有用性を評価する計算式として式 2 を提案する。

$$R(a) = e^{-\alpha \cdot a - \beta \cdot D - \gamma \cdot S - \delta \cdot r} \quad (2)$$

式 1 と同様に、 α 、 β 、 γ 、 δ は基準に対して重み付けを与える係数である。

このようにして情報に対する有用性を評価し、結果に基づき有用性が高い情報であるほど優先して配信情報に選択する。情報の需要や配信状況を考慮した有用性の評価を行うことで、既存の手法に比べて更に効率的な選択手法を設計することができるという。

5. まとめ

車々間アドホックネットワークにおけるオンデマンド型の情報配信の効率的な実現方法として提案している Demand map ベース情報配信手法における、配信情報の適切な選択ポリシーの設計について述べた。

本手法では、ネットワーク内の車両は情報に対する地理的分布図である Demand map によって、情報に対する需要の分布を把握している。そのような状況において、各車両の要求を満たすように情報を配信するためには、需要、

配信状況、車両位置などの複数の項目を考慮して配信情報を決定する必要がある。本稿では、まず他車両がどの情報を保持しているか把握するの手法の提案として Supply という形で車両間でメタデータを交換する手法を提案した。更に、限りある車両のストレージに対して重要性に応じ、かつ多様性を持った情報配信を行うための多様性優先型キャッシュ廃棄戦略、車両が情報に対する需要や供給、配信の経路といった状況に応じて配信する情報を適切に選択するための配信ポリシーの設計を行い、議論した。

今後は、配信情報選択手法の具体的な設計を行い、また soft-state sketch を利用した Demand map、提案した情報選択手法の効果をシミュレーションで評価する予定である。

謝辞 本研究は、科学研究費補助金基盤研究 (B)「リアルタイム画像カーナビのための効率的車々間データ配信技術 (課題番号 23300024)」の助成によるものである。

参考文献

- [1] 石原進: 車々間アドホックネットワークによる位置依存情報の配信, 信学技報, Vol. 113, No. 132, ASN2013-85, pp. 207-212, (2013).
- [2] Okamoto, J et al.: Distributing location-dependent data in VANETs by guiding data traffic to high vehicle density areas, Proc. IEEE VNC 2010, pp.189-196 (2010).
- [3] H. Hartenstein et al.: *VANET: Vehicular Applications and Inter-Networking Technologies*, Intelligent Transport Systems. John Wiley & Sons (2010).
- [4] Wischhof, L. et al.: Adaptive broadcast for travel and traffic information distribution based on inter-vehicle communication, Proc. IEEE Intelligent Vehicles Symposium, pp.6-11 (2003).
- [5] Nadeem, T., Dashtinezhad, S., Liao, C. and Iftode, L.: TrafficView: traffic data dissemination using car-to-car communication, ACM SIGMOBILE Mobile Computing and Communications Review, Vol.8, No.3, pp.6-19 (2004).
- [6] Ibrahim, K., and Weigle, M. C.: Optimizing CASCADE data aggregation for VANETs, IEEE MASS 2008, pp.724-729 (2008).
- [7] Lochert, C. et al.: Probabilistic aggregation for data dissemination in VANETs, Proc. VANET 2007, pp.1-8 (2007).
- [8] 新美雄也, 中村暢宏, 石原進 VANET における類似位置指定情報要求の集約に基づく情報配信方法, DICOMO2013 シンポジウム, pp.896-903 (2013).
- [9] Ishihara, S., Nakamura, N. and Niimi, Y: Demand-based Location Dependent Data Dissemination in VANETs, Proceedings of the 19th annual international conference on Mobile computing and networking (MobiCom 2013), pp. 219-222 (2013).
- [10] Jiao, Y., Jin, Z., Shu, Y.: Data dissemination in delay and disruption tolerant networks based on content classification, MSN '09, pp. 366-370 (2010).
- [11] Szczurek, P. et al. *Spatio-temporal Information Ranking in VANET Applications*, International Journal of Next-Generation Computing, 1, 1 (2010).
- [12] Schwartz, R., et al.: Fair and adaptive data dissemination for trac information systems, IEEE VNC2012, pp. 1-8 (2012).