

令和元年6月19日現在

機関番号：13101

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2017～2018

課題番号：17K14679

研究課題名(和文)情報の種類に応じて連携・調整を行う情報フローティングの開発

研究課題名(英文) Development of information floating that cooperates or adjusts different types of information

研究代表者

宮北 和之 (Miyakita, Kazuyuki)

新潟大学・学術情報基盤機構・助教

研究者番号：10588289

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 1,800,000円

研究成果の概要(和文)：情報フローティングとは、移動端末による直接無線通信だけで情報を拡散していくエピデミック通信において、情報を拡散させる領域を限定することによって、無駄な情報拡散を防ぎつつ所望の地域だけに情報配信を行うという手法である。本研究では、情報フローティングにおいて移動体が情報を受け取ることにより進路を変更するという状況を想定し、移動体流を適切に制御しつつ情報を効率的に配信するための手法を開発した。特に、複数種類の情報を拡散させる場合を考え、似たような目的の情報を連携させて配信を行う「連携型」、相反する目的の情報を互いに悪影響を及ぼさないように調整する「調整型」の手法を開発し、その有効性を明らかにした。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究では、通信インフラが利用できず、端末間直接通信により避難誘導情報等の配信を行う災害時のような状況を想定しており、このような状況において効率的に移動体を誘導するための情報の配信方法の開発を行っている。このため本研究は、安全・安心な生活への貢献が期待でき、実用的・社会的な意義があると考えられる。また本研究では、複数の情報を受け取った端末群の複雑な行動変化を考慮した移動体流や情報配信性能に関する理論研究も行っており、これは新しいネットワーク理論の研究に繋がるものであり、学術的にも意義があると考えられる。

研究成果の概要(英文)：Information floating delivers information to mobile nodes in specific areas without meaningless spreading of information by permitting mobile nodes to directly transfer information to other nodes by wireless links in designated areas. In this research, we assume that mobile nodes change direction after receiving the information and consider to control the flows of mobile nodes and to efficiently deliver information to mobile nodes under such an assumption. We especially consider to deliver multiple types of information and develop "cooperative" information floating, which delivers similar types of information in cooperation, and "adjustment" information floating, which adjusts conflicting types of information. We show the effectiveness of the proposed methods considering various situations.

研究分野：工学, 通信・ネットワーク工学

キーワード：情報フローティング エピデミック通信 行動変化 連携型 調整型

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19、CK - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

- (1) 新しい移動ネットワーク技術として、エピデミック通信が近年注目を集めている。エピデミック通信は、端末間直接無線通信により移動端末間で情報伝送を行うことと、情報を受け取った端末が移動しながら他の移動端末に情報を拡散すること、の二つを繰り返すことにより情報をあて先端末や特定の領域にいる不特定の端末に伝えるものである。従来のセルラ移動通信とは異なり基地局等のインフラを使用しない。また、従来のマルチホップ無線通信とは異なり、情報を送る際に始点と終点の間に連結なマルチホップ経路を形成してから情報を送信する必要がないので、端末の密度が低く連結なマルチホップ無線経路をそもそも作れないような場合にも情報伝達が可能である。例えば、情報源である事故車両から発信された情報が、事故現場の手前の領域で拡散されることで、事故現場に向かっていった車が進路を変更することができる等、事故情報緊急配信や災害時通信、地域情報配信等に応用できる。
- (2) エピデミック通信の問題点として、無制限にエピデミック通信を行うと情報が無秩序に拡散してしまうことがある。そのため、本来伝える必要のない地域にまで情報が拡散してしまったり、無駄なトラヒック増加や端末のバッテリー消費等が起こってしまう。この問題を解消するために、エピデミック通信を行う際に、情報送信を行える場所(送信可能エリア)を限定し、送信可能エリアを送信すべき情報と一緒に伝えることと端末がGPS等により自身の位置を把握することにより、送信可能エリアだけで情報拡散が行われることになる。そのため、送信可能エリア内に情報が浮かぶようになるので情報フローティングという名称がついている。これによりエピデミック通信の問題点である無秩序な情報拡散を防ぐことができる。
- (3) 情報フローティングは、情報源(上の事故車両)から情報を受け取った端末が指定された送信可能エリア(事故現場の手前の領域)に入り、他の端末に情報を伝送することで、情報フローティングが始まる。この場合、端末間の情報交換により情報が伝わるだけでなく、情報源から情報を受け取った別の端末が継続的に送信可能エリアに入り、情報伝達を行うことになる。このように、現実的には、(要因1)送信可能エリア内での端末間の情報交換と(要因2)情報源から直接情報を受け取った端末群の断続的な送信可能エリアへの進入という2つの要因が情報フローティングの継続に寄与することになる。これらの2つが行えなくなると、情報フローティングが終わることになる。そのため、送信可能エリアの大きさや場所を決定する際には、これらの2つの要素を同時に考慮して最適な大きさ、場所を決定する必要がある。
- (4) 上の事故情報の情報フローティングの例のように、情報フローティングで事故情報を受け取った端末の所有者は、その情報を見ることにより、事故現場を避ける行動をとると考えられる。この場合、端末は情報をやり取りする中で、その情報の影響により進路を変更する可能性がある。このような端末の行動変化は端末間の情報交換に影響するので情報フローティングにも影響を及ぼす。そのため、この行動変化(要因3)の情報フローティングへの影響を考慮することも重要である。
- (5) また、既存研究では、ほとんどの場合1種類の情報だけを考えているが、現実的には当然複数の異なる情報の情報フローティングが行われると考えられる。この場合、複数の情報が流通したときに、異なる情報を受け取った端末群がその情報の種類に応じてどのように異なる行動変化をするのか?その異なる行動変化によってどのような端末の流れが形成されるのか?ということを見ると、1種類の情報の場合と比較して複雑化する。例えば、相反する行動が助長されることもあるし、同じような行動が助長され、極端に混む道路と端末がいない道路ができてしまうこともあると考えられる。

2. 研究の目的

- (1) 上記の背景に基づき、上の(要因1~3)を考慮しながら、複数種類の情報を同時に情報フローティングを行うための手法を開発することを目的とし、以下の研究を行う。
- (2) 複数の情報を情報フローティングする場合に、異なる情報を受け取った端末群がその情報の種類に応じてどのように行動変化するのかのモデル化を行う。端末群が同調するような場合、逆に相反する行動をとる場合などを考慮してモデル化を行う。端末群の行動変化の結果として、どのような移動体流が形成されるかをシミュレーション、理論により推定する手法を開発する。
- (3) (2)のような移動体流の推定結果に適応できる情報フローティングを開発する。多数の情報源が存在しているような場合において、これらの情報源を互いに連携させて、効率的な情報の配信と適切な交通流の制御を行うための、「連携型」情報フローティングの開発を行う。また、その際に最適な送信可能エリアの大きさと場所を決定するための手法の開発

を行う。

- (4) (3)とは逆に、各情報源が相反する情報の配信を行う場合において、各情報の目的を最大化するための「調整型」情報フローティングの開発を行う。
- (5) 情報源から発信される情報が時間的に変化した場合に、その変化により移動体流がどのように時間変化するかを予測し、その予測結果を踏まえて送信可能エリアを再配置するための手法の開発を行う。

3. 研究の方法

- (1) 複数の情報を情報フローティングする場合に、異なる情報を受け取った端末群がその情報の種類に応じてどのように行動変化するのかのモデル化を行う。ここでは、受け取った後に情報源に近づくよう行動変化する種類の情報や、情報源から離れるよう行動変化する情報の種類などに分類し、情報の関心の高さもパラメータとして考慮に入れてモデル化を行う。また、端末群が同調するような場合、逆に相反する行動をとる場合なども考慮してモデル化を行う。
- (2) 端末群の行動変化の結果として、どのような移動体流が形成されるかを推定する手法を開発する。まずは道路網の一区画だけを考慮した場合など比較的単純な道路モデルを考え、移動体流を推定する理論式を導出する。これにより、複数の情報が流通したときの端末群の行動変化と移動体流の変化に関する基本的な性質を明らかにする。更に、モデルを発展させ、より複雑な道路網における移動体流の推定手法の開発を行う。ここでも理論解析を基にした推定を行うが、シミュレーションによる解析も行うことにより、道路網全体の傾向の把握・視覚化、これによる近似理論解析手法の発案等に活かす。
- (3) (2)の推定結果に適応できる情報フローティングの開発を開始する。まずは、連携型情報フローティングの開発を行う。(2)の推定結果を基にして、すべての種類の情報の配信効率率が最大化されるような共通の送信可能エリアの決定手法を開発し、また、決定された共通の送信可能エリアに各情報源がすべての種類の情報を情報フローティングするための仕組みを開発する。シミュレーションにより評価・改良を繰り返し、様々な道路構造、情報の種類数、各情報源の位置、各情報の重要度等に対応できるような手法の開発を行う。
- (4) 調整型情報フローティングの開発を行う。ここでは、各情報源が相反する情報の配信を行う場合を考え、(2)の推定結果を基にして、各情報の目的を最大化するための各情報の送信可能エリアの決定手法を開発する。開発した手法をシミュレーションにより評価し、改良を繰り返すことにより、様々な状況に対応できるような手法の開発を行う。
- (5) 情報フローティングを行っている場合において、情報源から発信される情報が時間的に変化する場合も当然あり得る。このような場合を想定し、連携型情報フローティング、調整型情報フローティングのそれぞれを用いたときについて、発信される情報の時間変化により移動体流がどのように時間変化するかを予測する手法を開発する。また、この予測結果を踏まえて送信可能エリアを再配置するための手法の開発を行う。
- (6) 開発した手法の評価、改良を繰り返し、研究成果をまとめる。

4. 研究成果

- (1) 複数の情報を情報フローティングする場合に、異なる情報を受け取った端末群がその情報の種類に応じてどのように行動変化するのかのモデル化を行い、基本特性を明らかにした。ここでは、そもそも情報フローティングが開始・継続していることが前提となるので、情報フローティングを開始・継続させるための手法の開発等、情報フローティングに関する基本的な研究も行った。
- (2) 端末群の行動変化の結果として、どのような移動体流が形成されるかを推定する手法の開発を行った。丁字路、十字路、格子状道路網等いくつかの道路モデルを考え、行動変化後の各道路区間の交通量を推定するための理論式を導出し、評価を行った。
- (3) 似たような目的の情報を連携させて配信を行う「連携型」情報フローティングの開発を行った。ここでは、道路網において災害等により通行可能かどうか分からなくなった状況を想定し、各道路区間の通行可能情報を情報フローティングにより共有することにより、道路網全体の通行可能情報を共有・配信するための手法を開発した。道路網の大きさや破損した道路の割合によってどのように送信可能エリアを配置すればよいか等も考え、開発した手法の効率化を行った。

- (4) 相反する目的の情報を互いに悪影響を及ぼさないように調整する「調整型」情報フローティングの開発を行った。十字路モデルおよび格子状道路モデルにおいて、情報を受け取った端末の行動変化により一部の道路に混雑が発生した場合に、混雑状況を情報フローティングにより共有し互いに調整しながら混雑を緩和するための手法を開発し、評価を行った。また、より一般的な道路構造にも適用できるような手法を開発した。更に、別の状況を想定した調整型情報フローティングの一手法として、災害時等の作業現場を想定し、各作業現場の作業員の情報を情報フローティングにより共有・調整を行うことで、作業員の再配置を行うための手法を開発した。
- (5) (3)において、道路の故障・復旧等により、道路構造が時間的に変化するような場合も想定し、情報の時間的変化に対応できるように連携型情報フローティングの改良および評価を行った。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計 4 件)

Naoyuki Karasawa, Kazuyuki Miyakita, Keisuke Nakano, Hiroshi Tamura, ``A study on information floating considering human body shadowing and mobility characteristics of nodes,`` Proceedings of The 37th JSST Annual Conference International Conference on Simulation Technology (JSST2018), 査読有, pp.159-164, 2018.

Naoyuki Karasawa, Kento Nakayachi, Kazuyuki Miyakita, Keisuke Nakano and Hiroshi Tamura, ``Experimental Evaluation of Fundamental Characteristics of Information Floating in a Prototypic System,`` Proceedings of The 33rd International Technical Conference on Circuit/Systems Computers and Communications (ITC-CSCC 2018), 査読有, pp.561-564, 2018.

宮北和之, 柄沢直之, 稲川優斗, 中野敬介, ``情報フローティングによる交通誘導に関する考察,`` 電子情報通信学会論文誌 B, 査読有, vol.J101-B, no.08, pp.603-618, 2018.

Fumiya Narita, Kazuyuki Miyakita, Naoyuki Karasawa, Keisuke Nakano, ``A Consideration on Dynamic Control of A Transmittable Area in Information Floating,`` Proceedings of The 36th JSST Annual Conference International Conference on Simulation Technology (JSST2017), 査読有, pp.249-252, 2017.

〔学会発表〕(計 28 件)

中野敬介, 宮北和之, 柄沢直之, 田村裕, ``情報フローティングによる情報の蓄積に関する考察,`` 電子情報通信学会 安全・安心な生活と ICT 研究会, 2019.

本登凧, 宮北和之, 中野敬介, ``ロボットを活用した情報フローティングの性能向上に関する検討,`` 電子情報通信学会 安全・安心な生活と ICT 研究会, 2019.

宮北和之, 柄沢直之, 田村裕, 中野敬介, ``信号機が情報フローティングに与える影響に関する考察,`` 2019 年電子情報通信学会総合大会, 2019.

柄沢直之, 小林航大, 稲川優斗, 宮北和之, 田村裕, 中野敬介, ``情報フローティングを用いた災害時の通行可能マップ生成におけるマップの大きさに関する考察,`` 2019 年電子情報通信学会総合大会, 2019.

相田遥菜, 宮北和之, 柄沢直之, 田村裕, 中野敬介, ``情報フローティングにおける信号機の影響に関する考察,`` 日本シミュレーション学会多次元移動通信網研究会, 2019.

後藤拓人, 宮北和之, 柄沢直之, 田村裕, 中野敬介, ``情報フローティングによる作業支援における情報伝達に関する考察,`` 日本シミュレーション学会多次元移動通信網研究会, 2019.

中野敬介, 宮北和之, 柄沢直之, ``道路網における情報フローティングの送信可能エリアの自動設定と更新について,`` 電子情報通信学会 安全・安心な生活と ICT 研究会, 2019.

小林航大, 稲川優斗, 宮北和之, 柄沢直之, 中野敬介, ``情報フローティングを用いた災害時の通行可能マップ生成手法の比較評価,`` 電子情報通信学会 安全・安心な生活と ICT 研究会, 2019.

蒲生基司, 宮北和之, 中野敬介, ``情報フローティングにおける位置情報の誤差による影響について,`` 平成 30 年度電気学会東京支部新潟支所研究発表会, 2018.

中野敬介, 宮北和之, ``情報フローティングにおける送信可能エリアの自動設定と更新について,`` 電子情報通信学会 安全・安心な生活と ICT 研究会, 2018.

蒲生基司, 宮北和之, 中野敬介, ``情報フローティングにおける位置情報の誤差の影響に関する考察,`` JSST2018 学生セッション, 2018.

皆川広夢, 宮北和之, 中野敬介, ``二次元サービスエリアにおける情報フローティングの効率的な情報送信手法に関する考察,`` 2018 年電子情報通信学会ソサイエティ大会, 2018.

大野有輝, 宮北和之, 中野敬介, ``二次元サービスエリアの情報フローティングにおける送信可能領域の動的制御に関する考察,`` 2018 年電子情報通信学会ソサイエティ大会, 2018.

室田雅貴, 宮北和之, 中野敬介, ``目的領域での情報フローティングを開始するための手

- 法に関する考察,' ' 2018 年電子情報通信学会ソサイエティ大会, 2018 .
小林航大, 中野敬介, 宮北和之, 稲川優斗, ``ネットワーク化された情報フローティングによる通行可能マップにおける経路誘導,' ' 2018 年電子情報通信学会ソサイエティ大会, 2018 .
(招待講演) 宮北和之, 中野敬介, ``情報フローティングと交通制御に関する研究,' ' 電子情報通信学会 安全・安心な生活と ICT 研究会, 2018 .
稲川優斗, 中野敬介, 宮北和之, 小林航大, ``情報フローティングを用いた災害時の通行可能マップの生成に関する考察,' ' 電子情報通信学会 安全・安心な生活と ICT 研究会, 2018 .
中野敬介, 宮北和之, ``情報フローティングを持続させるための一手法とその解析,' ' 電子情報通信学会 安全・安心な生活と ICT 研究会, 2018 .
中野敬介, 宮北和之, ``ネットワーク化された情報フローティングによる通行可能マップ生成,' ' 2018 年電子情報通信学会総合大会, 2018 .
柄沢直之, 宮北和之, 中野敬介, 田村裕, ``歩行者自身が障害物になる場合の情報フローティングに関する検討,' ' 2018 年電子情報通信学会総合大会, 2018 .
- 21 ガンゾリグ・バダマーニャンポー, 木下直紀, 宮北和之, 中野敬介, ``情報フローティングにおける複数の作業領域の情報共有に関する考察,' ' 日本シミュレーション学会多次元移動通信網研究会, 2018 .
 - 22 中野敬介, 宮北和之, ``情報フローティングに関する基礎検討,' ' 電子情報通信学会 安全・安心な生活と ICT 研究会, 2018 .
 - 23 宮北和之, 中野敬介, ``ネットワーク化された情報フローティングに関する考察,' ' 電子情報通信学会 安全・安心な生活と ICT 研究会, 2017 .
 - 24 高野詔弘, 宮北和之, 柄沢直之, 中野敬介, ``情報フローティングにおける送信可能エリアの分割に関する考察,' ' 2017 年電子情報通信学会ソサイエティ大会, 2017 .
 - 25 木下直紀, 宮北和之, 柄沢直之, 中野敬介, ``情報フローティングによる進入制限エリア情報の配信に関する考察,' ' 2017 年電子情報通信学会ソサイエティ大会, 2017 .
 - 26 稲川優斗, 宮北和之, 中野敬介, ``情報フローティングによる移動体の誘導のための情報配信に関する考察,' ' 電子情報通信学会 安全・安心な生活と ICT 研究会, 2017 .
 - 27 柄沢直之, 中谷内健斗, 蒲生基司, 宮北和之, 中野敬介, 田村裕, ``情報フローティングのシステム開発と実験による評価,' ' 電子情報通信学会 安全・安心な生活と ICT 研究会, 2017 .
 - 28 中野敬介, 宮北和之, ``ネットワーク化された情報フローティングについて,' ' 電子情報通信学会 安全・安心な生活と ICT 研究会, 2017 .

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。