

令和 4 年 6 月 9 日現在

機関番号：33107

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2019～2021

課題番号：19K04371

研究課題名(和文)異なる移動体流間で情報の拡散・共有を行うための情報フローティングフェリーの開発

研究課題名(英文) Development of information floating ferries for diffusion and sharing of information between different flows of mobile nodes

研究代表者

宮北 和之 (Miyakita, Kazuyuki)

新潟国際情報大学・経営情報学部・講師

研究者番号：10588289

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,900,000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ビ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。複数の移動体流が存在する場合、地理的に離れた移動体流において情報フローティングを開始・継続させるためには他の移動体流から情報を運び込む必要がある。本研究では、エビデミック通信における特殊移動端末として考案された「情報フェリー」を活用することにより、複数の移動体流が存在する場合においても情報フローティングを実現するための手法を開発し、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、大規模災害時のように移動体流が分断されたような状況における、効率的な情報拡散・共有のための手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、情報フェリーと情報フローティングの同時最適化に関する理論研究も行っており、これは新しい移動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 preventing unnecessary information diffusion by permitting mobile nodes to directly transfer information to other nodes by wireless links only in designated areas. If there are multiple flows of mobile nodes, it is necessary to carry in information from other flow of mobile nodes in order to start and continue information floating in geographically distant flow of mobile nodes. In this research, we developed a method to realize information floating in the case of multiple flows of mobile nodes by utilizing the "information ferry," which was devised as a special mobile node for epidemic communication, and showed the effectiveness of the proposed method.

研究分野：通信・ネットワーク工学

キーワード：情報フローティング 情報フェリー エビデミック通信 複数の移動体流

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

- (1) エピデミック通信とは、無線通信の一種の形態であり、近隣の端末に情報を送信し、情報を受け取った端末が移動しながら更に他の端末に情報を送信するということを繰り返すことで、徐々に情報を拡散していくという手法である。エピデミック通信は、通信インフラを必要とせず、移動する端末だけで構成されるため、災害時の情報共有や緊急情報拡散等に有効であると考えられている。
- (2) エピデミック通信には、無秩序に情報送信を行うことにより無駄な情報拡散が行われてしまうという問題があるが、この問題を解消するために、情報フローティングという手法が提案されている。情報フローティングは、エピデミック通信において情報の送信を行ってもよい領域(フローティング領域)を定めておくことにより、情報を拡散させる領域を限定するという手法である。最初に情報を持った端末がフローティング領域に入り情報フローティングが開始されると、この端末がフローティング領域外に出たとしても、フローティング領域を出入りする移動端末だけで情報のやり取りが継続し、フローティング領域内に情報が留まることになる。情報フローティングでは、各端末はGPS等により自身の位置を把握していることと、情報を送信する際にフローティング領域の情報も一緒に送信することが前提となる。
- (3) これまでの情報フローティングの研究では、歩行者群や自動車群など、単一の種類の移動体による移動体流を考慮した場合の情報フローティングの性能評価やフローティング領域の最適化等が主に行われてきた。しかし、実際には複数の移動体流が混在している場合も考えられる。例えば、歩行者群と自動車群が混在する状況はもちろんのこと、将来的には各種IoT機器(センサ端末)や、災害時においては物資運搬用のUAV(無人航空機)や復旧作業用のロボットなどが存在するような状況も考えられる。ここで、災害時に人間が入り込めない領域にロボットが入り込んで調査や復旧作業をするような場合、災害領域内の作業ロボット群と災害領域外の移動体流は地理的に離れているため、情報フローティングで互いに情報を交換・共有するためには、何らかの手段により他の移動体流に情報を運び込む必要がある。
- (4) 本研究では、このような問題を解決するために、情報フェリーを用いることを考える。情報フェリーとは、エピデミック通信を専用に行う特殊移動端末のことであり、本来はエピデミック通信の性能を高めることを目的として提案された技術である。この目的のため、情報フェリーの移動経路や移動スケジューリングを制御することが想定されている。情報フローティングに情報フェリーを導入することにより、地理的に離れた移動体流間で情報を運び情報フローティングを開始させることができる。更に、移動体流間で情報フェリーを巡回させておくことにより、あるフローティング領域で情報フローティングが途切れてしまったとしても、再度情報を運び込んで情報フローティングを再開させることもできる。
- (5) このように、情報フェリーは本来エピデミック通信の性能を高めるために考案されたものであるが、情報フローティングとも非常に親和性の高いものであり、特に複数の移動体流が存在するような場合における情報フローティングの問題点を解決できる可能性がある。

2. 研究の目的

- (1) 上記の背景に基づき、複数の移動体流が存在するような状況において情報の拡散・共有を行うための「情報フローティングフェリー」を用いた新しい情報フローティング手法を開発することを目的とする。
- (2) 本研究は既存の技術である情報フローティングと情報フェリーを組み合わせたものであり、これらを個々に考えたときの性能評価や最適化等の研究は既に行われているが、これらを同時に考えた場合には本質的に新しい問題を考える必要があるため、これらの問題を解決しながら手法を最適化することを目指す。
- (3) 情報が時間的に変化する場合など、様々な状況を想定して、開発した手法の拡張・最適化を行う。

3. 研究の方法

- (1) 情報フローティングフェリーを用いた情報拡散・共有手法の開発の前段階として、複数の移動体流が存在する場合において、フローティング領域が既に与えられている状況を想定して、下記の研究を行う。
 - 各フローティング領域における情報フローティング継続時間の解析手法の開発を行う。ここでは、様々な種類の移動体流を考慮し、それぞれの特徴を考慮に入れた解析を行う。
 - 各フローティング領域を巡回するような情報フェリーの移動経路および移動スケジュールリングの最適化手法の開発を行う。ここでは、上記で解析した情報フローティング継続時間を考慮し、各フローティング領域において情報フローティングが途切れている時間を最小にするための手法の開発を行う。
- (2) 複数の移動体流が存在する場合における情報フローティングフェリーを用いた情報拡散・共有の手法の開発を行う。(1)の解析を基にして、情報フェリーの移動経路・スケジュールリングだけでなく、フローティング領域を設置する場所や大きさについても、移動体流の種類や相互の位置関係等を考慮しながら最適化を行う。
- (3) 開発した手法の応用として、下記のような要素も考慮に入れて、更なる拡張・最適化を行う。情報が時間的に変化や更新することを考慮した場合の手法の拡張を行う。情報フェリーとして自動車と UAV を同時に使う場合など、情報フェリーごとに移動の制約がある場合を考慮した手法の拡張を行う。送信する情報が、避難誘導情報のような場合もあり、このような場合には情報を受け取ることによって移動体が移動先を変更することも考えられる。このような、情報を受け取った移動体の行動変化も考慮した開発・最適化も行う。
- (4) 積極的に理論研究も進め、新しい移動ネットワーク理論の構築も目指す。

4. 研究成果

- (1) 情報フローティングフェリーを用いた情報拡散・共有手法の開発のための基礎検討として、下記の研究を行った。
 - 一つのフローティング領域における情報フローティング継続時間の解析手法の開発を行った。格子状道路網のような比較的単純な道路網だけでなく、一方通行を含むような複雑な道路網においても解析する手法を開発し、評価を行った。また、道路に沿って移動する自動車と、道路以外の場所も移動できる UAV が混在するような状況における解析手法も開発し、評価を行った。
 - 複数の移動体流が存在する場合において、フローティング領域が既に与えられている状況を考え、各フローティング領域を巡回するような情報フェリーの移動経路および移動スケジュールリングの最適化手法の開発を行った。情報フェリーとして UAV を考え、災害等により分断された地域間で情報フローティングを開始・継続させるための UAV の飛行経路の設定手法を開発し、評価を行った。
 - ある地域で新しく情報フローティングを開始させる際の、フローティング領域の効率的な設定手法の開発を行った。最終的に目的とする場所で情報フローティングを行わせるために、まずは外から運び込まれた情報源付近にフローティング領域を広めに設定して、徐々にフローティング領域を目的の場所に近づけていくという手法を開発し、評価を行った。
 - ある地域で情報フローティングを開始させるための手法の検討として、情報送信が一度行われるたびに動的にフローティング領域を動かしていくという手法を開発し、評価を行った。
- (2) 情報フローティングフェリーを用いた情報拡散・共有手法の開発として、下記のことを行った。
 - 情報フローティングフェリーとして UAV を想定し、道路に沿って移動する複数の移動体流間の情報拡散・共有を効率的に行うための UAV の移動経路制御手法を開発し、評価を行った。単純に決められた経路に沿って移動するだけではなく、移動しながら地域ごとの端末数を直接無線通信により測定し、端末数の少ない地域を優先的に巡回するという手法を開発し、評価を行った。
 - この手法を改良し、情報フローティングが続きにくい地域を直接見つけ出し、このような地域を優先的に巡回する情報フローティングフェリーの制御手法を開発し、評価を行った。
 - 地上の移動端末が複数の進入制限エリアにより分断されているような状況を想定し、このような状況においても効率的に情報共有を行うための情報フローティングフェリーの制御手法を開発し、評価を行った。

情報が時間的に変化・更新する場合を想定し、複数の情報フローティングフェリーができる限り頻繁に情報交換を行えるようにするための、情報フローティングフェリーの制御手法を開発し、評価を行った。

- (3) その他、情報フローティングの基本特性に関する研究として、下記の研究を行った。
- 交差点における信号機や端末の出入りが情報フローティングに与える影響の解析および、歩行者自身が障害物となり移動方向によって電波の届く距離が変わる場合の解析手法の開発を行い、評価を行った。
 - 直線上にフローティング領域が二つある場合の情報フローティングの開始や再開について、その性質を理論的に評価するための手法を開発し、評価を行った。
 - 移動体流が時間的に変化する場合の情報フローティングの性質に関する検討として、直線状ネットワークにおいて交通量がある時刻に変化する場合におけるフローティング領域の制御手法の開発を行い、評価を行った。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計5件（うち査読付論文 5件／うち国際共著 0件／うちオープンアクセス 2件）

1. 著者名 柄沢 直之、宮北 和之、田村 裕、中野 敬介	4. 巻 14
2. 論文標題 歩行者自身が障害物になる状況を考慮した情報フローティングの理論解析	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 日本シミュレーション学会論文誌	6. 最初と最後の頁 9-19
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.11308/tjsst.14.9	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -
1. 著者名 Kazuyuki Miyakita, Naoyuki Karasawa, Hiroshi Tamura, Keisuke Nakano	4. 巻 -
2. 論文標題 Analysis of information floating at an intersection considering traffic lights	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Proceedings of The 40th JSST Annual Conference International Conference on Simulation Technology (JSST2021)	6. 最初と最後の頁 134-137
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Naoyuki Karasawa, Kazuyuki Miyakita, Hiroshi Tamura, Keisuke Nakano	4. 巻 -
2. 論文標題 Effects of human body shadowing and entering and leaving of mobile nodes on information floating in a one-dimensional street	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Proceedings of The 40th JSST Annual Conference International Conference on Simulation Technology (JSST2021)	6. 最初と最後の頁 138-141
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Naoyuki Karasawa, Kazuyuki Miyakita, Yuto Inagawa, Kodai Kobayashi, Hiroshi Tamura, Keisuke Nakano	4. 巻 Vol. E103-B
2. 論文標題 Information Floating for Sensor Networking to Provide Available Routes in Disaster Situations	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 IEICE TRANSACTIONS on Communications	6. 最初と最後の頁 321-334
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1587/transcom.2019NRP0006	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

1. 著者名 Naoyuki Karasawa, Kodai Kobayashi, Kazuyuki Miyakita, Hiroshi Tamura, Keisuke Nakano	4. 巻 -
2. 論文標題 A consideration on dynamic control of transmittable areas of information floating for generation of a map of available routes	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Proceedings of The 38th JSST Annual Conference International Conference on Simulation Technology (JSST2019)	6. 最初と最後の頁 170-173
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計25件 (うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件)

1. 発表者名 宮北和之, 佐藤風雅, 中野敬介
2. 発表標題 ドローン間エビデミック通信における仮想道路と待ち合わせの効果の比較
3. 学会等名 2022年電子情報通信学会総合大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 金児直登, 宮北和之, 中野敬介
2. 発表標題 複数の領域において情報フローティングを開始するための送信可能エリア制御に関する考察
3. 学会等名 日本シミュレーション学会 多次元移動通信網研究会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 木村幸輔, 宮北和之, 中野敬介
2. 発表標題 フローティングストレージにおける送信可能エリア配置に関する一考察
3. 学会等名 日本シミュレーション学会 多次元移動通信網研究会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 太田光星, 宮北和之, 中野敬介
2. 発表標題 ロボットを活用した情報フローティングによる複数の進入制限エリア情報の配信について
3. 学会等名 日本シミュレーション学会 多次元移動通信網研究会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 木村幸輔, 宮北和之, 柄沢直之, 田村裕, 中野敬介
2. 発表標題 媒介中心性を用いた情報フローティングの送信可能エリアの配置
3. 学会等名 2021年電子情報通信学会ソサイエティ大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 宮北和之, 佐藤風雅, 中野敬介
2. 発表標題 仮想的な道路を移動するドローン間通信の理論解析
3. 学会等名 電子情報通信学会 安全・安心な生活とICT研究会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 中野敬介, 宮北和之, 田村裕
2. 発表標題 データ蓄積のための情報フローティングにおける送信可能エリア制御に関する考察
3. 学会等名 電子情報通信学会 安全・安心な生活とICT研究会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 柄沢直之, 宮北和之, 田村裕, 中野敬介
2. 発表標題 歩行者自身が障害物になる影響を考慮した情報フローティングの理論解析
3. 学会等名 日本シミュレーション学会 多次元移動通信網研究会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 佐藤風雅, 宮北和之, 中野敬介
2. 発表標題 仮想的な道路を移動させることによるドローン間通信の効率化
3. 学会等名 日本シミュレーション学会 多次元移動通信網研究会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 中野敬介, 宮北和之
2. 発表標題 データ蓄積のための情報フローティングのモデル化に関する考察 (第2報)
3. 学会等名 電子情報通信学会 安全・安心な生活とICT研究会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 本登凧, 宮北和之, 中野敬介
2. 発表標題 ロボットを活用した情報フローティングの自律制御に関する検討
3. 学会等名 日本シミュレーション学会 多次元移動通信網研究会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 松川友祐, 宮北和之, 大塚晃, 中野敬介
2. 発表標題 情報フローティングにおける交通量の時間変化に対応した送信可能エリアの制御に関する考察
3. 学会等名 日本シミュレーション学会 多次元移動通信網研究会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 里見大征, 宮北和之, 柄沢直之, 田村裕, 中野敬介
2. 発表標題 情報フローティングによる通行可能マップ生成における端末の移動距離に関する考察
3. 学会等名 日本シミュレーション学会 多次元移動通信網研究会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 中野敬介, 宮北和之
2. 発表標題 データ蓄積のための情報フローティングのモデル化に関する考察
3. 学会等名 電子情報通信学会 安全・安心な生活とICT研究会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 中野敬介, 宮北和之
2. 発表標題 情報フローティングによる情報蓄積の評価
3. 学会等名 電子情報通信学会 安全・安心な生活とICT研究会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 中野敬介, 宮北和之
2. 発表標題 情報フローティングの情報蓄積機能に関する考察
3. 学会等名 電子情報通信学会 安全・安心な生活とICT研究会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 松川友祐, 宮北和之, 大塚晃, 中野敬介
2. 発表標題 交通量の変化に対応した情報フローティングの送信可能エリアの設定手法に関する考察
3. 学会等名 JSST2019 学生セッション
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 里見大征, 宮北和之, 中野敬介
2. 発表標題 情報フローティングによる通行可能マップ生成における一方通行の影響について
3. 学会等名 JSST2019 学生セッション
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 宮北和之, 成田郁也, 中野敬介
2. 発表標題 格子状道路網の情報フローティングにおける送信可能エリアの動的制御に関する考察
3. 学会等名 電子情報通信学会 安全・安心な生活とICT研究会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 中野敬介, 宮北和之
2. 発表標題 情報フローティングの情報蓄積性能の評価
3. 学会等名 2019年電子情報通信学会ソサイエティ大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 柄沢直之, 小林航大, 宮北和之, 田村裕, 中野敬介
2. 発表標題 情報フローティングを用いた通行可能マップ生成における送信可能エリアの動的制御に関する一考察
3. 学会等名 2019年電子情報通信学会ソサイエティ大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 室田雅貴, 宮北和之, 中野敬介
2. 発表標題 複数の宛先領域における情報フローティングの開始手法について
3. 学会等名 電子情報通信学会 安全・安心な生活とICT研究会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 大野有輝, 宮北和之, 中野敬介
2. 発表標題 情報フローティングによる誘導における誘導経路と性能の関係について
3. 学会等名 電子情報通信学会 安全・安心な生活とICT研究会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 中野敬介, 宮北和之, 柄沢直之, 田村裕
2. 発表標題 情報フローティングによる情報の蓄積に関する考察
3. 学会等名 電子情報通信学会 安全・安心な生活とICT研究会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 本登凧, 宮北和之, 中野敬介
2. 発表標題 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
3. 学会等名 電子情報通信学会 安全・安心な生活とICT研究会
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関