

**科学研究費助成事業 研究成果報告書**

平成 28 年 6 月 9 日現在

機関番号：32660

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2013～2015

課題番号：25350482

研究課題名(和文)アドホック環境下で移動エージェントを用いた避難誘導システムの研究

研究課題名(英文) A Guidance System for Wide-area Complex Disaster Evacuation over Mobile Ad Hoc Networks

研究代表者

松澤 智史 (Matsuzawa, Tomofumi)

東京理科大学・理工学部・助教

研究者番号：20385529

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,400,000円

研究成果の概要(和文)：災害時における、被災者が携帯端末を利用した避難誘導のアルゴリズムを提案した。我々の研究では経路選択時におけるACO(アリのフェロモン塗布アルゴリズム)を改良し、危険地域のフェロモンの蒸発をやめることで、災害時の動的な危険地域拡大に迅速に対応できるアルゴリズムを提案し、シミュレーションを行うことで被災者が危険地域に立ち入る回数を激減させることに成功した。

研究成果の概要(英文)：we report the results of applying our approach discovering safe evacuation routes to practical situations. Our approach is based on the ant colony optimization (ACO) and it is practical in the light of a real case with a tsunami. In our approach, evacuees can deposit deodorant pheromone around danger zones, which makes normal pheromone ineffective, so that our approach gives routes not passing through the danger zones. Through the results of the experiments, we show that our approach decreases the number of people suffering from collapsed and burning buildings.

研究分野：ネットワーク工学

キーワード：避難誘導 Ant Colony Optimization Swarm intelligence 災害シミュレーション

1. 研究開始当初の背景

2011年に東日本大震災が発生し、災害対策に関する研究の需要が高まった。本研究では携帯端末の普及により、多くの被災者が所持していると予測される携帯端末を利用した避難誘導を行うシステムの研究を行った。

2. 研究の目的

被災者が確認した危険地域を全体で共有し、安全地域までの避難経路を動的に形成して安全な避難を行う。本研究ではACO(Ant Colony optimization)のアルゴリズムのフェロモン蒸発に関する手法を改良し、動的に変化する状況においても安全な避難経路決定が迅速に収束させることを目的とした。

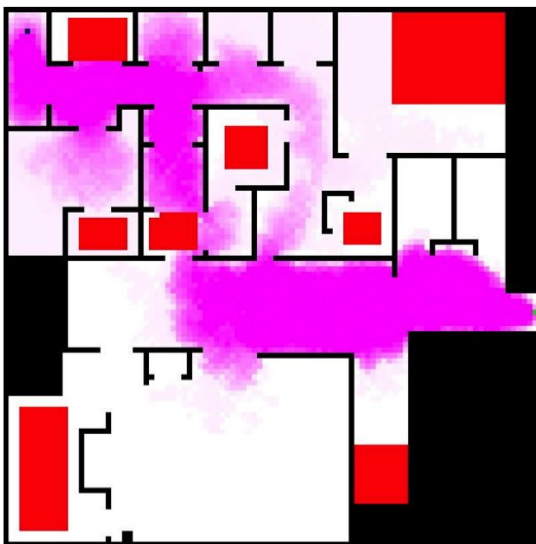
3. 研究の方法

避難誘導の経路決定には、従来から経路決定に用いられているACO(Ant Colony optimization)のアルゴリズムを改良する。このアルゴリズムはアリが餌までの経路を決定する方法を元に開発されているが、使用する経路や障害物・危険物などは変化をしない前提で作られている。そこで本研究では、ACOアルゴリズムに用いられ、経路形成に使用するフェロモンを"道しるべフェロモン"とし、新たに危険区域に斥力を持つフェロモンである"消臭フェロモン"を定義した。また、道しるべフェロモンは揮発性とし、この2種のフェロモンを使い分けることによって、危険区域への立ち入りを防ぐための改良最適経路発見システムを実現する。

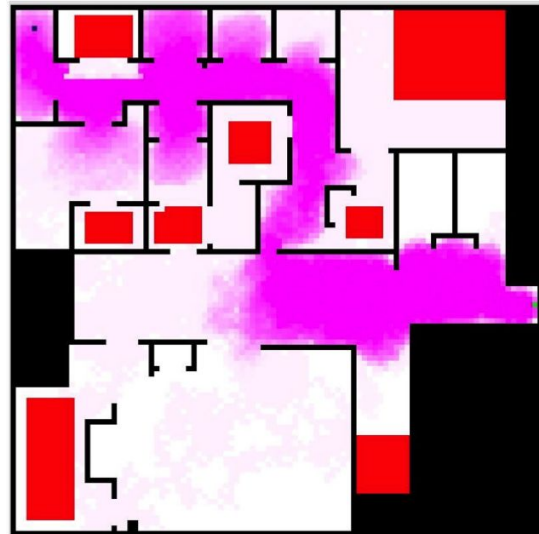
4. 研究成果

本研究ではシミュレータを開発し、従来のACOと提案する改良したACOのシミュレーション結果を比較した。

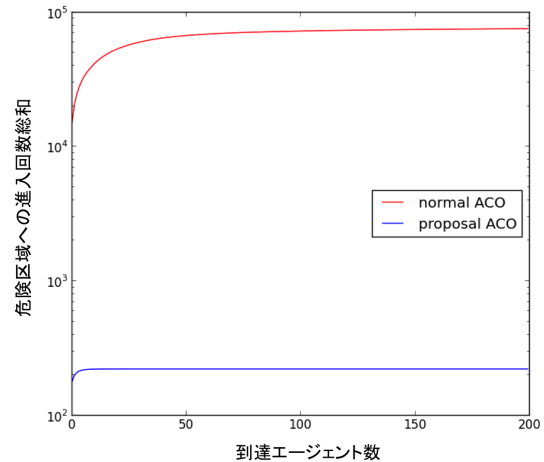
従来のACOでは危険地域(赤色)の周辺の経路にもフェロモン(紫色)が塗布され、危険地域拡大の際には多くの避難者が危険地域に巻き込まれる。



提案手法のACOでは、危険地域周辺にはフェロモンが塗布されず、ある程度ゆるやかな危険地域拡大に関しては、ほぼ危険地域に巻き込まれることはない結果となった。



危険地域への進入回数の比較グラフを以下に示す。



このように従来のACOに比べて提案する改良ACOは危険地域への立ち入り回数を激減させることに成功した。(文献 など) またこの際の通信の信頼性・安全性などについては文献 や文献 で暗号方式、誤り訂正方式などを提案した。

避難経路の距離に関しては提案手法の方が若干長くなる。このため安全地域に達するまでの所要時間は提案手法の方が長く、津波などの一定時間後に安全地域以外のほとんどが危険地域となるような急速な危険地域の拡大に対しては提案手法の方が安全地域に到達する人数が少なくなってしまう。(文献 , 文献 )

このため津波・火災・地震などの複合災害に対応するアルゴリズムの検討が今後の課題となっている。

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 10件)

Shouhei Taga, Tomofumi Matsuzawa,

Munehiro Takimoto, Yasushi Kambayashi, Multi-agent Approach for Return Route Support System Simulation, Proceedings of the 8<sup>th</sup> International Conference on Agent and Artificial Intelligence, 査読あり, No.1, pp.269-274, 2016, DOI:10.5220/0005819602690274

Hiroataka Goto, Asuka Ohta, Tomofumi Matsuzawa, Munehiro Takimoto, Yasushi Kambayashi and Masayuki Takeda, A Guidance System for Wide-area Complex Disaster Evacuation based on Ant Colony Optimization, Proceedings of the 8<sup>th</sup> International Conference on Agent and Artificial Intelligence, 査読あり, No.1, pp.262-268, 2016, DOI:10.5220/0005819502620268

Asuka Ohta, Hiroataka Goto, Tomofumi Matsuzawa, Munehiro Takimoto, Yasushi Kambayashi and Masayuki Takeda, An improved evacuation guidance system based on ant colony optimization, The 10<sup>th</sup> Asia Pacific Symposium on Intelligent and Evolutionary Systems, 査読あり No.5 pp.15-27, 2016, DOI: 10.1007/978-3-319-27000-5\_2

後藤大貴, 太田飛鳥, 松澤智史, 滝本宗宏, 神林靖, 武田正之, 被災時避難誘導に向けたフェロモン調節による改良ACOアルゴリズムの提案, 情報処理学会電子情報通信学会 FIT2015 情報科学技術レターズ, 査読あり, Vol.RO, pp.65-70, 2015, URL:

<http://ci.nii.ac.jp/naid/110009944893>

柴田崇男, 松澤智史, 武田正之, Proxy re-encryption を用いたマルチユーザ向け完全準同型暗号の提案, 情報処理学会電子情報通信学会 FIT2014 情報科学技術レターズ, 査読あり, Vol.RL, pp.19-24, 2014, URL:

<http://ci.nii.ac.jp/naid/110009904561>

Tomofumi Matsuzawa and Keisuke Shimazu, Implementation and Evaluation of Transport Layer Protocol Executing Error Correction(ECP), Communications and Network, Scientific Research Publishing, 査読あり, No.6, pp.175-185, 2014, DOI:10.4236/cn.2014.63019

Alejandro Aviles del Morsal, Munehiro Takimoto and Yasushi Kambayashi, ERAM-Evacuation Routing using Ant Colony Optimization over Mobile Ad Hoc Networks, Proceedings of the Fifth International Conference on Agents and Artificial Intelligence, 査読あり, No.1, pp.118-127, 2013, DOI:10.5220/0004261301180127

Chihiro Yokoyama, Munehiro Takimoto and Yasushi Kambayashi, Cooperative Control of Multi-Robot Using Mobile Agents in a Three-dimension Environment, Proceedings

of the 2013 IEEE International Conference on System, Man, and Cybernetics, 査読あり, pp.1115-1120, 2013, DOI:10.1109/SMC.2013.194

Takashi Nagata, Munehiro Takimoto and Yasushi Kamyabashi, Cooperatively Searching Objects Based on Mobile Agents, Transaction on Computational Collective Intelligence XI, 査読あり, KNCS 8065, pp.119-136, 2013, DOI:10.1007/978-3-642-41776-4\_5

Hidemi Yamachi, Yasuhiro Tsujimura, Yasushi Kambayashi, Influence of Field Structure on the Multi-Agent Coverage Algorithm on Unknown Fields, Journal of Advanced Computational Intelligence and Intelligent Informatics, 査読あり, Vol.17, No.6, pp.883-889, 2013. DOI:10.1016/j.procs.2013.10.042

[学会発表](計 8件)

Shouhei Taga, Tomofumi Matsuzawa, Munehiro Takimoto, Yasushi Kambayashi, Multi-agent Approach for Return Route Support System Simulation, The 8<sup>th</sup> International Conference on Agent and Artificial Intelligence, Feb, 2016. Rome(Italy)

Hiroataka Goto, Asuka Ohta, Tomofumi Matsuzawa, Munehiro Takimoto, Yasushi Kambayashi and Masayuki Takeda, A Guidance System for Wide-area Complex Disaster Evacuation based on Ant Colony Optimization, The 8<sup>th</sup> International Conference on Agent and Artificial Intelligence, Feb, 2016. Rome(Italy)

Tsutomu Kumazawa, Chihiro Yokoyama, Munehiro Takimoto and Yasushi Kambayashi, Colony Optimization Based Model Checking Extended by Smell-like Pheromone, The 9<sup>th</sup> EAI International Conference on Bio-inspired Information and Communications Technologies, Dec, 2015. New York(USA)

Asuka Ohta, Hiroataka Goto, Tomofumi Matsuzawa, Munehiro Takimoto, Yasushi Kambayashi and Masayuki Takeda, An Improved Evacuation Guidance System Based on Ant Colony Optimization, The 19<sup>th</sup> Asia Pacific Symposium on Intelligent and Evolutionary Systems, Nov, 2015. Bangkok(Thailand)

Yasushi Kambayashi, Takushi Nishiyama, Tomofumi Matsuzawa and Munehiro Takimoto, An Implementation of an Ad hoc Mobile Multi-Agent System for a Safely Information, The 36<sup>th</sup> International Conference on Information Systems Architecture and Technology, Sep, 2015. Karpacz(Poland)

松澤智史, Proxy re-encryption を用いた

マルチユーザ向け完全準同型暗号の提案，  
情報処理学会電子情報通信学会FIT2014, Sep,  
2014.筑波大学(茨城県つくば市)

松橋洋典，松澤智史，武田正之，  
Bluetooth デバイスを利用した効率的な  
MANET 構築法，電子情報通信学会総合大会  
Mar, 2014.新潟大学(新潟県新潟市)

後藤大貴，松澤智史，武田正之，パケッ  
ト通信量削減のためのMANETにおける自律的  
クラスタリング手法の提案，電子情報通信  
学会総合大会 Mar, 2014.新潟大学(新潟県  
新潟市)

〔図書〕(計 0 件)

〔産業財産権〕

出願状況(計 0 件)

名称：  
発明者：  
権利者：  
種類：  
番号：  
出願年月日：  
国内外の別：

取得状況(計 0 件)

名称：  
発明者：  
権利者：  
種類：  
番号：  
取得年月日：  
国内外の別：

〔その他〕

ホームページ等

## 6. 研究組織

### (1)研究代表者

松澤智史 (MATSUZAWA, Tomofumi)

東京理科大学・理工学部・助教

研究者番号：20385529

### (2)研究分担者

滝本宗宏 (TAKIMOTO, Munehiro)

東京理科大学・理工学部・教授

研究者番号：00318205

神林靖 (KAMBAYASHI, Yasushi)

日本工業大学・工学部・准教授

研究者番号：40269527

### (3)連携研究者

( )

研究者番号：