

令和 2 年 6 月 19 日現在

機関番号：34315

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2016～2019

課題番号：16K21484

研究課題名（和文）最適化手法と人とのインタラクションによる対話型避難計画検討システムに関する研究

研究課題名（英文）A Study on Evacuation Planning System based on Interaction between Optimization Methods and Human

研究代表者

泉 朋子（IZUMI, TOMOKO）

立命館大学・情報理工学部・准教授

研究者番号：70551505

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,100,000円

研究成果の概要（和文）：本研究ではシステムとユーザが繰り返しインタラクションをすることでより良い避難計画を策定する支援システムの実現を目指した。

まずプロトタイプシステムを用いて専門家から意見を収集し、システムに対する要求を明らかにした。この結果に基づき、検討者にとって利用しやすい避難計画検討支援システムのインタフェース設計を行った。入力インタフェースについては特定条件を満たす地点を検索する手法を、出力インタフェースについては色を用いた視認しやすい情報表現の比較検証を行った。

さらに避難計画を実行可能とするための取り組みとして、避難行動を促す災害情報表現や携帯デバイスを用いた避難誘導についても検討を行った。

研究成果の学術的意義や社会的意義

大規模な災害が発生したときの被害をおさえるためには、事前に適切な避難先や避難経路を具体的に人々に指示しておくことが必要不可欠である。そのため各自治体等では避難計画を策定しているがこの検討は机上で行われていることが多い。また一方で計算機を用いたとしても複雑で多様な要素を考慮して最良な避難計画を導出することは難しい。

そこで本研究では、システムとユーザである人とが繰り返しインタラクションをすることでより良い避難計画を策定する支援システムについて研究を行い、避難計画の検討に適した新しい観点での入力インタフェースの提案や、災害や避難状況について視認性の高い情報の出力方法について提案を行った。

研究成果の概要（英文）：In this study, I aimed to realize a support system for getting a better evacuation plan through repeated interaction between the system and users.

First, we collected opinions from experts using the prototype system and identify their requirements for the system. Based on these results, I designed an interface of the evacuation plan support system that is easy to use for investigators. For the input interface, this study proposed a search method for a point that satisfies a specific condition, and for the output interface, verified some color expressions in terms of visibility.

In addition, as an effort to make the evacuation plan feasible, this study also evaluated text expressions of disaster information and proposed evacuation guidance using mobile devices to encourage evacuation behavior.

研究分野：ヒューマンインタフェース

キーワード：避難計画 検討支援 シミュレータ 情報デザイン 避難誘導

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

東日本大震災以降、各地で想定災害規模の見直しが行われ、新たな想定に基づき計算機シミュレーションなどによる被害予想が発表されている。これによって災害が発生すると"何が起こるか"が提示されていると言えるが、発災時の避難の混乱や二次災害の発生を防ぐためには発災時に人々が"何をすべきか"を提示することが必要である。特に、発災直後に安全な場所へと避難する避難行動を正しくとることが、人々の身の安全を守るためには重要である。そのため、事前に適切な避難先や避難経路を具体的に人々に指示しておくことが、防災・減災の点で必要不可欠と言える。

そのため各自治体では避難計画を策定しているが、自治体等では計算機を利用せず机上で避難計画の検討が行われているのが実状である。実際の避難計画では避難道路の状態や、各地域に住む人々の状況、学区や道路などの区分により分割された生活実態などの複雑な状況を考慮する必要がある、多様な災害状況や複雑な条件を考慮して避難計画を検討することは容易ではない。そこで避難計画の検討を支援するシステムが必要となる。

2. 研究の目的

本研究では発災時の避難行動を指示する避難計画の検討を支援するための避難計画検討支援システムを提案する。避難計画検討支援を対象とした取り組みは存在し、例えば組合せ最適化の研究分野では最適避難計画問題としてアルゴリズムの開発が行われている。避難計画問題は、各々の地域に住む人を避難所に割り当てる避難先分割問題と、避難時間が最短である避難経路を求める避難経路問題に分けられ、それぞれの問題についていくつかの解法が提示されている。しかし、最適化問題では複雑な要求が考慮できず、これらの最適化手法で得られた解を実際の避難計画にそのまま採用することは難しい。そのため、最適化手法で得られた解を基に、自治体等の担当者が地域の事情に合うよう修正を加える必要があるのである。

このように、人による検討のみでも計算機による解の導出においても多様な要素を考慮して最良な避難計画を考案することが難しい。そこで本研究では、あくまで人の検討を支援する立場で情報システムを導入し、システムとユーザである人とが繰り返しインタラクションをすることでより良い避難計画を策定する支援システムの実現を目指す。

3. 研究の方法

研究の初めの段階として、避難計画を検討する際に人が何を考え、どのように検討をしているのかを調査するため、専門家からの意見集約を行った。また効果的なインタラクションを創出するには、解をどのように出力するか、またユーザからの入力をどのように受け付けるかのインタフェースを設計する必要がある。そこで専門家から得られた意見や分析結果に基づき、避難計画検討支援システムのインタフェース設計を行った。特に検討者である人にとって利用しやすいシステムを提案することを目指し、災害情報を入力しやすい、また避難計画を実行した際の状況を理解しやすい出力方法について研究に取り組んだ。さらに避難計画を実行可能なものにするためには計画に従うよう人々を誘導する必要があると考え、避難行動の促進や避難誘導についても検討を行った。

それぞれについて研究の方法の概要を以下に示す。

(1) 避難計画検討支援システムのプロトタイプシステムを用いた専門家からの意見集約

既存の手法を利用したプロトタイプシステムを構築し、専門家からの協力を得てプロトタイプシステムを用いた避難計画検討について意見を収集した。さらにこの時、避難計画検討支援システムにおける入出力インタフェースについても意見収集を行った。

(2) 避難計画検討支援システムにおける入力・出力インタフェース

システムのインタフェースについては、電子地図をベースに計画を検討することとし、地図システムへの入力とシステムからの出力のそれぞれについて提案を行い、それに対する効果検証を行った。入力インタフェースについてはキーワードによる地点検索ではなく、特定条件を満たす地点を検索する手法を検討し、出力インタフェースについては色を用いた情報出力とし視認性の高い色表現について比較検証を行った。

(3) 避難行動の促進や避難誘導に対する検討

避難計画検討時には災害発生時に避難者がどの程度避難行動を起こすのか、また避難誘導に従うのかの情報が必要である。過去の災害事例でのこれらの数値が示されているものもあるが高いとは言えず、正常性バイアスなどの影響から避難行動を起こさない者に対して避難行動を促さなければ避難計画の実行性そのものが低下すると考えた。そこで避難行動を促進させるための仕組みや、避難行動を起こした被災者に対する効果的な避難誘導について検討を行った。

4. 研究成果

本研究活動を通して、避難計画検討支援システムへのデータ入力から出力までの一連の流れを想定したシステムのインタフェース設計について取り組み、さらに避難計画の実行可能性を高める避難行動の促進や避難誘導についても検討を行った。以下にそれぞれに関する研究成果

の概要を示す。

(1) 避難計画検討支援システムのプロトタイプシステムを用いた専門家からの意見集約

避難計画を検討する場で専門家がどのように実際に検討をしているかを分析し、システムのユーザインタフェース設計の要求を明らかにすることを行った。そこで緊急車両を対象とした災害時計画を検討支援するプロトタイプシステムを構築した。このシステムでは出発地から目的地までの経路は最短経路を用いるなど比較的単純な手法を利用している。消防隊に属する複数の専門家の協力を得て、このプロトタイプシステムを用いた検討に対する意見を収集した[1]。

(2) 避難計画検討支援システムにおける入力インタフェース

システムのインタフェースについては、電子地図をベースに計画を検討することとし、地図システムへの入力とシステムからの出力のそれぞれについて提案をおこない、それに対する効果検証を行った。

入力インタフェースについては、特定条件を満たす地点の検索とその音声による入力方法を提案した。一般的な地図システムでは地名や住所などをキーワードとする検索が利用されているが、避難計画検討では特定の条件を満たす地点や地域を見つけ出すなど明確な地名やキーワードなしに特定の地点を検索したい場合が考えられる。そこで現場の状況のみから検索が可能な検索手法を提案し、その実現可能性を示した[2]。この方法を用いると、複数の地物等の位置関係からその条件を満たす地点を対象地域の中から検索することが可能である。さらに現場状況を検索キーとする地図検索手法に対応する音声入力手法について検討を行い、ユーザにとって表現のしやすい音声入力方法について考察した[3]。

(3) 避難計画検討支援システムにおける出力インタフェース

地図システムを介した出力インタフェースについては、地図上に想定される災害や避難状況を表示することとし、検討者にとって見やすい状況表現方法について検討を行った。具体的には、想定される災害や避難状況は地図をセルで分割し色によって表現するとし、検討者にとって有効な情報が表現されており視認性の高い表現法を検討した。はじめにいくつか考えられる表現法を用いた簡易なプロトタイプシステムを用いて自治体の防災関連業務を行っている専門家から意見を収集し、検討者が認識できる色数や色表現についての知見を得た[4]。さらにこの知見に基づき、いくつかの色表現を用いて災害状況と避難状況を出力し、情報の色表現が視認性に与える影響を明らかにし、避難計画検討支援システムにおける色表現のデザイン指針を提示した[5]。

(4) 避難行動の促進や避難誘導に対する検討

避難行動を促すために、災害発生前に防災意識を向上させるための仕組みの提案や、災害発生時に提供する災害情報のテキスト表現についていくつかの表現法の比較検証を行った[6]。テキスト表現では、情報の受け手に生じうる具体的な被害を記述した表現がこれまで一般的に利用されている表現に比べて避難行動を起こそうとする意識が高まることを示した。

さらに、避難行動が触発された後に多数派同調性により避難行動を促進させる仕組みや、地図が読めない子どもでも利用可能な携帯型デバイスを用いた避難案内方法について提案し、その効果を検証した[7]。また避難者がもつ携帯型デバイスに装備された各種センサや避難者の行動から避難者の状況を推定する手法の提案も行った[8]。

[引用文献]

[1] Yudai Higuchi, Takayoshi Kitamura, Tomoko Izumi, Yoshio Nakatani, A supporting system for emergency vehicles dispatching planning under a disaster situation, Lecture Notes in Computer Science, 9733 巻, pp.269-276 (2016).

[2] 坂入威朗, 渡辺昌志, 亀井克之, 小中裕喜, 北村尊義, 泉朋子, 仲谷善雄, 記憶にあるランドマークの相対的位置関係に基づいた地図検索方式, 電気学会論文誌 C(電子・情報・システム部門誌), 136 巻, pp.1483-1492 (2016).

[3] 田中智大, 北村尊義, 泉朋子, 仲谷善雄, 見たままの風景情報に基づく地図検索手法に対する音声入力インタフェースの検討, 第 79 回情報処理学会全国大会 (2017).

[4] Naka Toshihiro, Izumi Tomoko, Kitamura Takayoshi, Nakatani Yoshio, Evaluation of the Visibility of Color Representation for Cell-Based Evacuation Guidance Simulation, Transactions on Engineering Technologies -International MultiConference of Engineers and Computer Scientists, pp.54-68 (2019).

[5] 出口明日香, 泉朋子, 避難方法策定支援システムにおける視認性の高い配色の検討, 第 14 回日本感性工学会春季大会 (2019).

[6] 安井友徳, 北村尊義, 泉朋子, 仲谷善雄, 避難行動を誘発するための災害情報に関するテキスト表現の比較調査, 電気学会論文誌 C(電子・情報・システム部門誌), 採択決定.

[7] 安井友徳, 北村尊義, 泉朋子, 仲谷善雄, 児童を対象とした振動型経路指示システムにおける振動角度と有用性の評価, ヒューマンインタフェース学会論文誌, Vol.21, No.2, pp.141-150 (2019).

[8] Higuchi Yudai, Kitamura Takayoshi, Izumi Tomoko, Nakatani Yoshio, A Proposal for an Impatience of Scoring Method for a Text-Based Smartphone Emergency Report, Transactions on Engineering Technologies -International MultiConference of Engineers and Computer Scientists, pp.143-152 (2019).

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計7件（うち査読付論文 7件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 安井友徳, 北村尊義, 泉朋子, 仲谷善雄	4. 巻 21
2. 論文標題 児童を対象とした振動型経路指示システムにおける振動角度と有用性の評価	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 ヒューマンインタフェース学会論文誌	6. 最初と最後の頁 141-150
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.11184/his.21.2_141	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 Toshihiro Naka, Takayoshi Kitamura, Tomoko Izumi, Yoshio Nakatani	4. 巻 IMECS2018
2. 論文標題 Evaluation of the Visibility of Color Representation for Cell-based Evacuation Guidance Simulation	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Transactions on Engineering Technologies -International MultiConference of Engineers and Computer Scientists 2018-	6. 最初と最後の頁 54 ~ 68
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/978-981-32-9808-8_5	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 Yudai Higuchi, Takayoshi Kitamura, Tomoko Izumi, Yoshio Nakatani	4. 巻 IMECS2018
2. 論文標題 A proposal of scoring method of Impatience with a text-based emergency call using smartphone	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Transactions on Engineering Technologies -International MultiConference of Engineers and Computer Scientists 2018-	6. 最初と最後の頁 143-152
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/978-981-32-9808-8_12	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 坂入 威朗, 渡辺 昌志, 亀井 克之, 小中 裕喜, 北村 尊義, 泉 朋子, 仲谷 善雄	4. 巻 136
2. 論文標題 記憶にあるランドマークの相対的位置関係に基づいた地図検索方式	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 電気学会論文誌C(電子・情報・システム部門誌)	6. 最初と最後の頁 1483-1492
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) http://doi.org/10.1541/ieejeiss.136.1483	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 Yudai Higuchi, Takayoshi Kitamura, Tomoko Izumi, Yoshio Nakatani	4. 巻 9733
2. 論文標題 A supporting system for emergency vehicles dispatching planning under a disaster situation	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 Lecture Notes in Computer Science	6. 最初と最後の頁 269-276
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) http://doi.org/10.1007/978-3-319-39513-5_25	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 Kohki Yoshida, Takayoshi Kitamura, Tomoko Izumi, Yoshio Nakatani	4. 巻 9733
2. 論文標題 A Simulation System of Experience with a Disaster by Locating Memories on a Virtual Space	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 Lecture Notes in Computer Science	6. 最初と最後の頁 355-362
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) http://doi.org/10.1007/978-3-319-39513-5_33	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 安井友徳、北村尊義、泉朋子、仲谷善雄	4. 巻 印刷中
2. 論文標題 避難行動を誘発するための災害情報に関するテキスト表現の比較調査	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 電気学会論文誌C (電子・情報・システム部門誌)	6. 最初と最後の頁 1-9
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16件 (うち招待講演 0件 / うち国際学会 4件)

1. 発表者名 出口明日香, 泉朋子
2. 発表標題 避難方法策定支援システムにおける視認性の高い配色の検討
3. 学会等名 第14回日本感性工学会春季大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 泉 朋子, 樋口雄大, 北村尊義, 仲谷善雄
2. 発表標題 消防緊急通報時のスマートフォンでのテキスト編集過程情報を用いた焦り度の推定可能性の検証
3. 学会等名 グループウェアとネットワークサービスワークショップ2018
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 田中 智大, 北村 尊義, 泉 朋子, 仲谷 善雄
2. 発表標題 ランドマーク着目傾向を考慮したルートマップ型地図検索インタフェースの検討
3. 学会等名 ヒューマンインタフェースシンポジウム
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 樋口 雄大, 北村 尊義, 泉 朋子, 仲谷 善雄
2. 発表標題 スマートフォンを用いたテキストによる消防緊急通報時の焦り度推定手法の提案
3. 学会等名 ヒューマンインタフェースシンポジウム
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 中 利弘, 北村 尊義, 泉 朋子, 仲谷 善雄
2. 発表標題 観光客のマルチエージェント広域避難行動シミュレーションにおけるインタフェースの検討
3. 学会等名 ヒューマンインタフェースシンポジウム
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Toshihiro Naka, Takayoshi Kitamura, Tomoko Izumi, Yoshio Nakatani
2. 発表標題 A study of Color Representation for Interface of Cell-based Evacuation Guidance Simulation for Tourists
3. 学会等名 International MultiConference of Engineers and Computer Scientists (iMecs 2018) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Yuudai Higuchi, Takayoshi Kitamura, Tomoko Izumi, Yoshio Nakatani
2. 発表標題 A proposal of a scoring method of impatience with a text-based emergency call to fire department
3. 学会等名 International MultiConference of Engineers and Computer Scientists (iMecs 2018) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Takeo Sakairi, Masashi Watanabe, Katsuyuki Kamei, Masahiko Ikawa, Takayoshi Kitamura, Tomoko Izumi, Yoshio Nakatani
2. 発表標題 A Study on the Location Search by Landmarks in Consideration of the Spatial Image
3. 学会等名 13th IFAC/IFIP/IFORS/IEA Symposium on Analysis, Design, and Evaluation of Human-Machine Systems (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 樋口 雄大, 北村 尊義, 泉 朋子, 仲谷 善雄
2. 発表標題 大規模災害時の緊急車両出動計画策定支援システムの評価と訓練システムへの応用
3. 学会等名 ヒューマンインタフェースシンポジウム 2016
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 坂入 威朗, 渡辺 昌志, 亀井 克之, 伊川 雅彦, 北村 尊義, 泉 朋子, 仲谷 善雄
2. 発表標題 風景内で注視したランドマークを検索キーとする地図検索手法
3. 学会等名 平成28年 電気学会 電子・情報・システム部門大会
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 田中智大, 北村尊義, 泉朋子, 仲谷善雄
2. 発表標題 見たままの風景情報に基づく地図検索手法に対する音声入力インタフェースの検討
3. 学会等名 第79回 情報処理学会全国大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Tomonori Yasui, Takayoshi Kitamura, Tomoko Izumi, Yoshio Nakatani
2. 発表標題 Evaluation of a Vibration-based Route Indication for Children Who are Not Familiar with Maps
3. 学会等名 IEEE 8th Global Conference on Consumer Electronics(GCCE ' 19) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 安井 友徳, 北村 尊義, 泉 朋子, 仲谷 善雄
2. 発表標題 避難行動を誘発するテキスト情報表現の効果検証
3. 学会等名 第15回日本感性工学会春季大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 福岡 真奈, 泉 朋子
2. 発表標題 日常生活の中で災害情報を提示することによる防災への興味を引き出す効果の検証
3. 学会等名 第15回日本感性工学会春季大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 岸 真吾, 泉 朋子
2. 発表標題 追従型避難の誘発に対する先導者の情報表示の効果検証
3. 学会等名 第15回日本感性工学会春季大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 安井友徳, 北村尊義, 泉 朋子, 仲谷善雄
2. 発表標題 避難行動を誘発するための災害情報に関するテキスト表現の比較
3. 学会等名 第15回日本感性工学会春季大会
4. 発表年 2020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