

令和元年6月12日現在

機関番号：33919

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2016～2018

課題番号：16K01291

研究課題名（和文）避難誘導を例にした統計モデルによる社会シミュレーションの妥当性評価方法の検討

研究課題名（英文）Statistical validation methods of evacuation guidance system as an example of social simulation assessments

研究代表者

高橋 友一（Takahashi, Tomoichi）

名城大学・理工学部・教授

研究者番号：80278259

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 2,800,000円

研究成果の概要（和文）：大震災の経験などから、想定外の事態に即した対策を講じる事が望まれている。IT技術の進歩に伴う対策立案に、エージェントベースシミュレーションの活用が検討されている。エージェント（市民）の個々の行動やエージェント間の情報交換を踏まえたシミュレーションができる一方で、社会現象のシミュレーションは検証する実データが少ない。実証実験が難しい等の問題がある。本研究においては、社会システムの例として、新しい技術を活用した避難誘導のシミュレーション結果に対し、整合性、気づき、説明責任の評価基準を提案し、マクロレベルの指標、ミクロレベルのエージェントの動きを統計的に評価する方法を検討した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

災害時に人々を安全な場所に迅速に誘導する必要性については言うまでもない。9月11日の世界貿易センタービルや東日本大震災に、被災者がとった避難行動に関する調査が公開されている。その様な過去のデータや実験室レベル・シミュレーションの結果を基に、避難誘導の仕方によって避難行動が変化する報告があるがその効果の評価方法に統一した方法はない。実証データの少ない社会シミュレーション結果の妥当性、有効性を、過去の知見と統計処理の両面から評価する事は社会シミュレーションの適用範囲が広がる中で重要になっている。又、減災の点からも、状況に合わせた効果的な避難誘導方法を示す事は有益である。

研究成果の概要（英文）：In the context of major disasters, development of prevention plans for addressing unforeseen situations and incidents is necessary. Agent-based simulation is employed for studying prevention plans that incorporate advanced information technology. Although simulations can be conducted on the basis of the behavior of an agent (civilian) and information exchange among agents, certain issues are inherent in social systems; inadequate data for verifying simulation results, difficulty to conduct experiments for validating the simulations.

In this study, by considering evacuation guidance with new equipment as an example of a social system, three evaluation criteria are proposed for simulation results, namely consistency, awareness, and accountability. Additionally, in this study, simulation results are examined through statistical methods, macro level indices such as escape time and rate, and micro level agents' behaviors.

研究分野：人工知能

キーワード：群衆シミュレーション 社会シミュレーション 妥当性評価 減災 リスクマネジメント 避難シミュレーション

1. 研究開始当初の背景

東日本大震災やその後の津波による福島原発事故などにあって「想定外」という言葉が多く見られた。災害時に、人々を安全な場所まで迅速に誘導する必要性については言うまでもない。9月11日の世界貿易センタービルや東日本大震災において実際に被災者がとった避難行動に関する調査が公開されている。過去の事例、実験室レベルでの人の動きやシミュレーションを用いて情報提供の仕方によって人の避難行動に変化がある事を示した報告などがある。

自然災害をはじめ化学・生物テロなど人間による災害など将来起こりうる非常事態への対処方法を検討する上で、シミュレーションは有効な手段である。実際に、人間関係や社会ダイナミクスといった数理モデルを表現する事が困難だった分野でも、個々人の行動や相互関係をエージェントモデルとして表現し、社会システムとしてシミュレーションできるようになった。その応用分野の一つとして、大規模な群衆、避難行動をシミュレーションした結果が発表されてきた。

群衆、避難シミュレーションは人命に関わる為に、その結果には実例や経験に裏付けが必要である。一方、IoT(モノのインターネット)化により公共空間を始め、実社会から得られる人の動きに関わる情報は飛躍的に増加する事が予想される。実際、スマートフォンで個人毎に情報を入手できるし、デジタル・サイネージによる表示が増加している。デジタル・サイネージは、従来のポスター等と異なり設置場所に応じて(サイネージ毎に)、情報を変更して表示・伝達することができる。

過去の災害時には、利用できなかったこれらの機器を今日では避難誘導に活用し、減災に役立てることが期待できる。ただ、新しい技術のため防災計画に採用事例が見当たらないし、その有効性を確認できる事例がない、採用に当たって実際の環境でその効果を実証実験することが困難であるという状況がある。

2. 研究の目的

人間活動にかかわる社会システムは、人の振る舞いや人同士・人と環境との情報交換などが構成要素となる。この構成要素をモデル化しシミュレーションする事により、非常事態を模した状況で人による実証実験が困難な状況での人の行動を検討できる利点がある。一方で、シミュレーションにより検討では、そのモデルや結果の妥当性の検証が大切になる。

物理システムと異なり、人間に関わる社会システムシミュレーションは条件を正規化しづらい、人命に関わる非常状態における結果を確認できない等、シミュレーション結果を評価、検討する上での課題が多い。社会シミュレーションの評価方法に基準ができれば、シミュレーションにより非常事態に応じた効率的な避難誘導方法が検討でき、安心安全な社会構築に役立つ。

その為に、地下のショッピングモールで火災などが発生した時の避難誘導指示を取り上げ、避難方法の有効性、妥当性を統計的手法などで評価し、事例の少ない社会システムシミュレーションの妥当性の評価方法を検討する。

3. 研究の方法

非常時に発生し得る多くの状況を想定し有効な防災計画を立案し、その避難・防災の有効性を評価する方法の一つに、避難誘導シミュレーションの活用がある。防災計画は人命に関わるので、新たな防災計画を採用するには検討時に使用したシミュレーション結果の有効性、妥当性を示すことが求められる。

近年、人と人の通信手段、人へ一斉に伝達する手段が変化してきている。その一つとして公共施設におけるデジタル・サイネージがある。インターネットに接続でき、大型ディスプレイを持つデジタル・サイネージは、非常時の避難誘導用の機器として活用できる。ショッピング中に、従来の非常口サインとデジタル・サイネージに気づく度合いに関するアンケート結果を元に、以下の順で避難誘導の有効性、妥当性の評価方法について検討した。

1. 避難行動は、避難者個々の行動と避難行動を促す館内放送や避難経路案内、その情報伝達手段などの複数の要因によって影響されると考えられる。一連の避難状況(人数、初期配置の偏り、デジタル・サイネージの個数、指示内容)でエージェントの種類(誘導指示に従う人の割合)をパラメータとして、群衆行動のシミュレーションを実施し、評価データベースを作成した。
2. 評価データベースをもとに、避難効率、避難時間といったマクロレベルでの減災効果の尺度と避難経路、避難出口での混雑度、誘導指示に従わない人の動きなどミクロレベルの情報から過去の知見を検定した。
3. 経験に基づき混雑度、誘導指示に従う人の率などを入力にデジタル・サイネージの避難誘導指示内容を変化させる。それに伴うマクロレベルでの避難率の変化等から避難誘導の効果を通じて、社会システムに対するシミュレーションの評価方法を検証した。

4. 研究成果

名古屋駅の地下街でデジタル・サイネージを避難指示デバイスとして活用するシナリオで、

避難行動をシミュレーションした。その際、人数は1,000人から10,000人、人の初期配置は一樣に分布と4種類の偏りのある状況、デジタル・サイネージは4個から8個、避難指示は火元から離れた出口と近い出口への避難誘導、誘導指示に従う割合は0%から100%の5段階でパラメータを変動させ、避難指示の効果や状態の推移を解析した。その結果、

1. 適切な情報の提供は、全体として避難時間、避難率を高めるといった過去の知見にあった結果を示している事、
 2. 時間的経過において、誘導指示に従うほど避難率が低下するなど効果が出ない時間帯も稀にあった。その原因として、避難指示された出口が異なったエージェントの動きが混雑度の場所・時間的变化を起こし避難率の低下に関与している事、
 3. そして避難開始時には近くにいる人でも、避難時間に差がある事、
- などが明らかにした。

社会現象のシミュレーション結果の解析を元に、過去の事例との整合性、気づきのある事、現象の説明責任の3点に着目した評価基準を提案、デジタル・サインネージに代表される新しい技術を取り入れた避難指示の有効性を避難行動シミュレーションで評価し、防災計画に受け入れられるための妥当性の尺度を示した。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計 2件)

T. Takahashi: Assessments of Introducing New Technologies in Disaster Prevention Planning, Journal of Simulation Engineering, Vol.1, 2018 May, 査読有り

T. Takahashi: Validation Framework for Simulation of Future Emergencies, International Journal of Energy, Information and Communications (IJEIC,), Volume 8, Issue 1, pp. 29--38, 2017 Feb., 査読有り

〔学会発表〕(計 10件)

安達健太郎, 高橋友一: 難シミュレーション結果の解析お評価について, 電気・電子・情報関係学会 東海支部連合大会, 2018

T. Takahashi: Toward dynamical crowd control to prevent hazardous situations, 9th international conference on Pedestrian and Evacuation Dynamics (PED2018)

高橋 友一: 減災を目的とする社会システムとその評価, 電子情報通信学会研究会スマートインフォメディアシステム研究会(招待講演), 2018

高橋 友一: 避難シミュレーションの評価について - 社会シミュレーションの評価方法の一例として -, 日本材料学会信頼性工学部門委員会(招待講演), 2017

T. Takahashi, K. Ichinose: Crowd Control and Evacuation Guidance Based on Simulations IEEE Big Data 2017 Workshops, Data Science for Emergency Management, PP. 3682-3686, 2017

市之瀬 克己, 森島 小央里, 高橋 友一: 避難シミュレーションを用いたサイネージによる避難誘導効率の検証, 2017年度 人工知能学会全国大会(第31回)

市之瀬克己, 高橋友一: 混雑回避モデルを組み込んだエージェントベースの避難シミュレーション, 情報処理学会第79回全国大会

K. Ichinose, T. Takahashi: Crowd Guidance based on Knowledge gained from Simulation Results, 2017 12th International Conference on Knowledge, Information and Creativity Support Systems (2017 KICSS) 2017 Nov. PP. 54-59, DOI 10.1109/KICSS.2017.21

K. Ichinose, T. Takahashi: Simulation of Evacuation Behaviors from Exhibition Venues and its Application to Emergency Management. IEEE International Conference on Agents, The Fifth International Conference on Informatics and Applications (ICIA2016)

K. Ichinose, T. Takahashi: Simulation of Evacuation Behaviors in Dynamically Changing Situations and its Qualitative Validation, IEEE International Conference on Agents (IEEE ICA 2016): 25-30

〔図書〕(計 2件)

T. Takahashi, T. Niwa, R. Isono: Method for Simulating the Evacuation Behaviours of People in Dynamically Changing Situations, Traffic and Granular Flow '15, Springer International Publishing, 2016, pp. 281-288

T. Takahashi: Springer, Crowd Evacuation Simulation in Handbook of Human Motion, 2016, doi: https://doi.org/10.1007/978-3-319-30808-1_17-1

〔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：
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：
国内外の別：

〔その他〕

ホームページ等

6. 研究組織

(1)研究分担者

研究分担者氏名：

ローマ字氏名：

所属研究機関名：

部局名：

職名：

研究者番号(8桁)：

(2)研究協力者

研究協力者氏名：

ローマ字氏名：

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。