

## (論文内容の要旨)

本論文は、社会情報システムを設計する際に必要となる被験者実験を、マルチエージェントシミュレーションにより拡張する研究に関する成果をまとめたものであり、7章から構成されている。

第1章は、序論である。本論文の目的と課題、その内容について概観している。本論文では、マルチエージェントシミュレーションによって拡張した被験者実験を、社会情報システムの典型例である大規模避難誘導システムの設計に適用している。

第2章では、本研究の背景について述べている。本章では、はじめに、マルチエージェントシミュレーションの開発から実施までの手順および開発基盤について、関連研究と対比しながら説明している。つづいて、この技術の適用事例に関して、人工知能、社会学、交通工学などの分野にわたって解説している。

第3章では、人間の行動を再現する仮想環境を実装するために、シナリオ制御に基づく大規模マルチエージェント基盤を提案している。

この提案手法では、避難誘導のようなマニュアル化された行動規範をシナリオとして記述できる。このため、エージェントを社会的に制約する行動規範の設計を、エージェントの意思決定の開発から分離することができる。これにより、行動規範の動的な切り替えや、多数のエージェントの意思決定を並列計算できるようになり、数十万の群衆の模擬実験を柔軟に扱うことができる。仮想空間での避難行動の模擬実験を行い、性能を検証することで、提案手法の有効性を確認している。

第4章では、以降の章での分析対象として取り上げる、大規模避難誘導システムについて説明している。これは、全地球測位システムを利用できる携帯電話と大規模エージェントサーバを用いることで、都市上に遍在する人々を個別に誘導する仕組みを実現している。都市規模の誘導となると、誘導センターにいる管制官が全ての歩行者を個別に誘導することは困難であるので、管制官には避難場所の決定など広域的な誘導方針を決定させ、歩行者と一対一で対応づけられた誘導エージェントに避難経路など歩行者への個別誘導を行わせている。

第5章では、大規模避難誘導システムの利用者の行動の解析を、思考発話法と会話分析により詳細に分析している。新しい社会情報システムを開発する場合には、第一に利用者のシステムに対する要求を、第二に利用者とシステムの相互作用を分析する必要がある。本章では、二人一組で行う思考発話法を用いた実験により、被誘導者が求める情報は、位置情報、方向情報、経路情報であることを明らかにした。また、誘導センターの管制官と被誘導者の対話のログに会話分析を適用している。

これによって、移動履歴や地理情報に関する認識が共有される状況下では、それらを基準とした遠隔誘導が行われていることを明らかにしている。

第6章では、少人数で行われる屋外の避難誘導実験をマルチエージェントシミュレーションにより拡張する手法について提案し、実問題に適用することで有効性を示している。社会情報システムは人間を内部に含んだシステムであるため、その検証には大規模な被験者実験を行うことが望ましいが、実施費用は大きなものとなる。

そこで、被験者実験と並行して行われる仮想空間のマルチエージェントシミュレーションの経過を、携帯電話を用いて被験者に伝えることで、被験者に群衆内でのシステム利用を体感させる手法を採る。

この環境では、被験者の位置が全地球測位システムにより計測され、携帯電話経由で計算機上の仮想空間に取り込まれる。さらに、その位置に応じて、仮想避難者の行動を含む誘導情報が被験者の携帯電話に伝達される。京都大学周辺において提案する環境を用いた避難誘導実験を行い、少数の被験者実験にも関わらず、被験者に群衆が存在する状況下における意思決定を想起させたことを確認し、提案手法の有効性を示している。

第7章は結論で、本論文で得られた成果を要約している。

## (論文審査の結果の要旨)

本論文は、被験者実験をマルチエージェントシミュレーションによって拡張し、社会情報システムの典型例である大規模避難誘導システムの設計に適用したものであり、得られた主な成果は次のとおりである。

## 1. 大規模マルチエージェントシミュレーション基盤の設計手法を提案した。

この手法では、エージェントを社会的に制約する行動規範の設計を、エージェントの意思決定の開発から分離することができる。これにより、行動規範の動的な切り替えや、多数のエージェントの意思決定を並列計算できるようになり、数十万の群衆の模擬実験を柔軟に扱うことができる。

仮想空間での避難行動の模擬実験を行い、性能を検証することで、提案手法の有効性を確認している。

2. 大規模避難誘導システムの利用者の行動を、思考発話法と会話分析により詳細に解析した結果を報告している。二人一組で行う思考発話法を用いた実験により、システム利用者が求める情報は、位置情報、方向情報、経路情報であることを示した。また、遠隔地の管制官と被誘導者の会話の系列に会話分析を適用し、移動履歴や地理情報に関する認識が共有される状況下では、それらを基準として遠隔誘導が行われることを明らかにしている。

3. マルチエージェントシミュレーションにより屋外における小規模な避難誘導実験を拡張する方式を提案し、実際に実験を行うことにより有効性を明らかにした。多数の人を動員することなく社会情報システムの設計を行うためには、実験参加者に群衆中の行動を想起させる実験手法が必要となる。そこで、仮想空間のマルチエージェントシミュレーションの経過を伝達することで、現実空間の被験者実験を拡張した。この方式では、被験者の位置が全地球測位システムにより計測され、携帯電話経由で計算機上の仮想空間に取り込まれる。

さらに、その位置に応じて、仮想避難者の行動を含む誘導情報が被験者に伝達される。屋外における避難誘導の実証実験において、少数の被験者実験にも関わらず、被験者に群衆が存在する状況を想起させたことを確認し、提案手法の有効性を示している。

以上、本論文は、社会情報システムを設計する際に用いる被験者実験を、マルチエージェントシミュレーションにより拡張する方法をまとめたものであり、学術上、實際上寄与するところが少なくない。

よって、本論文は博士（情報学）の学位論文として価値あるものと認める。

また、平成21年2月9日に実施した論文内容とそれに関連した試問の結果合格と認めた。