

災害避難への分散制約最適化手法の適用の効果

飯塚 泰樹

木下 克也

東海大学理学部情報数理学科

災害発生時や災害の危険が迫っている状況において、円滑な避難は重要な課題の一つである。しかし渋滞の発生などにより、避難は常に円滑に進むとは限らない。このような避難の場合、避難経路の許容量の人が移動するよう一部の人には少し待ってもらうことで、全体として避難時間の短縮が可能になることが知られている。災害時には、災害対策本部のような機関が避難誘導を行うこともあるが、全ての場所において、中央からの指示を行うことは現実的ではない。本研究はこのような状況において、中央からの指示なしに自律分散的に全体最適な避難誘導を行うシステムの実現を目指す。

システムを実現するためには幾つかの要素技術が必要になるが、本研究の第一段階では、避難タイミング調整のための分散問題解決に焦点を当て、分散制約最適化問題の枠組みの導入を検討する。

分散制約最適化問題 (DCOP: Distributed Constraint Optimization Problem) は、分散問題解決のためのフレームワークであり、近年注目を集めている。DCOP では、分散された自律オブジェクト (エージェントと呼ぶ) が変数を持ち、変数と変数の間には制約 (評価関数) が割り当てられている。すなわち、問題の情報そのものが分散した状態で存在する。DCOP の目的は、問題の情報を一箇所に集めることなく、評価関数を最小化するための割り当てを求めることである。DCOP のための様々なアルゴリズムが提案されているが、災害避難のような実世界の問題を扱うためには、効率の良い近似解法が必要である。

本研究ではこの DCOP を用い、災害時の避難誘導を、センターサーバを利用せず分散した状態で行うことを目指す。すなわち、避難者自身が持つ携帯端末同士が通信を行い、DCOP のフレームワークを用いて分散したまま問題を解決し、避難タイミングや避難経路の調整を行う。

今回、システムを実装した場合の効果について、マルチエージェントシミュレーションを用いて検証を行った。今回の実験では、大学の校舎から学生が避難する場合を想定し、災害により避難経路は一つだけに限定

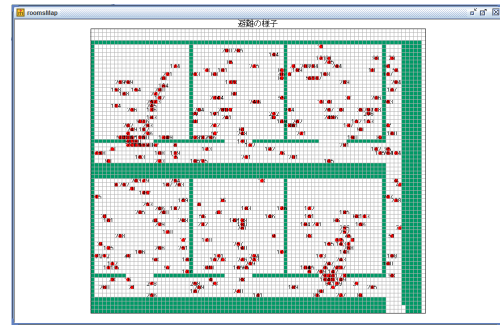


図 1: マルチエージェントシミュレーションによる効果の測定

された状況を仮定した (図 1 参照)。今回のシミュレーションでは、避難者のグループを一つの単位として、これらグループ間で避難タイミングを調整することにした。これらグループ同士が分散制約最適化問題を用いて避難開始タイミングを調整する。

今回の実験では以下の 3 つの条件で 100 回ずつシミュレーションを行い、避難開始から全員の避難が完了するまでの時間の分布を計測した。

1. 避難タイミングの調整をしない場合。
2. DCOP 解決に近似解法を用いて避難タイミングの調整を行った場合。
3. DCOP 解決に厳密解法を用いて避難タイミングの調整を行った場合。

近似解法には DCOP のための任意時間アルゴリズムである DSA を用いた。その結果、誘導の有無による避難時間短縮の効果を確認することができた。また近似解法と厳密解法の避難時間にも有意差を確認することができたが、その差は避難誘導の有無に比べると小さなものだった。

今後、避難経路が複雑な場合や避難者が多数の場合などでシミュレーションを行い、効果を検証する。また、実時間タスクプランニングによって全体最適が得られるかどうかについても、シミュレーション実験を使って検証していくつもりである。