

部分領域間の流量関数近似による避難行動シミュレーション

龍谷大学大学院 理工学研究科 数理情報学専攻
T15M004 高下直登
指導教員 馬青

概要

東日本大震災をはじめとする大規模災害は人命と生活インフラを破壊し、一瞬で社会基盤に甚大な被害を与える。このような災害発生時の被害を可能な限り抑制するため、災害を想定した都市設計が整備され、避難計画が策定される。しかしその評価に関しては、災害という現実を眼前においての仮想的な計算機シミュレーションに頼らざるを得ない。そこで、本研究では大規模な都市設計や避難計画策定などの評価に耐える、避難シミュレーション手法を提案する。

現在の避難シミュレーションは、個々の避難者行動を詳細に記述するマルチエージェント (MA) モデルによる方法が主体である。しかし、MA モデルは大きな計算量を必要とするため、大規模地域でのシミュレーションや多種多様な避難状況を比較検討することが困難となる。一方、計算機が発達する以前からの手法として流量モデルがある。流量モデルは、粗視化された領域間の避難者の移動を、群衆流と呼ばれる人の移動速度の実測値から得られた一定の数値を用いて表現する。流量モデルに必要な計算量が少ないが、MA モデルが得意とする避難者行動などの細かな設定を行うことが難しい。

本研究では、限定された大きさの領域 (部分領域) において詳細モデル化された MA シミュレーション (MAS) を行う。ここで得た部分領域からの避難流出量と流入量 (流入流出) を関数近似することにより、様々な部分領域モデルを網羅的に記述する。実際のシミュレーションにおいては、メッシュ分割された対象地域ごとに MAS で得られた様々な部分領域モデルを当てはめ、その避難流入流出量を計算することで、大規模な避難シミュレーションを実現する。

本研究では、まず、確率的に行動するエージェントモデルを用いて部分領域での MAS を行い、エージェント密度を固定することで、部分領域での流入流出量を調べた。

部分領域の流出量は、大きく分けて流入の有無によって場合分けされた。流入が存在しない場合の流出量は、エージェント密度が大きくなるにつれて、単調増加する流出量の結果が得られた。流入が存在する場合の流出量は、原点近傍からあるエージェント密度まで、流出量が増加する。しかし、それ以降は減少に転じ、ある値で安定した。これらの流出量は、単純な一次近似関数の「最大近似」と複雑な関数を用いた「最大減少近似」で近似モデルとして抽象化をした。流入量は、流入が存在する場合での最大流出量以降で、再配置待ちのエージェントが増加した。これより、流入量 (流入許容量) は、部分領域における最大流出量とした。近似モデルと流入許容量を、600[m] 程度の中規模領域を作成し、MAS との避難傾向の比較を行った。どちらの近似モデルもエージェント密度が大ききときは、MAS の避難傾向と一致した。しかし、エージェント密度が小さい時は、一致しなかったが、「最大減少近似」は、「最大近似」より MAS に似た避難傾向を示した。

最後に、兵庫県尼崎市の沿岸部周辺をモデルとして 2[km] 四方の広域な避難領域を作成し、MAS をした。エージェント数が 3 万人とし、流出量の近似モデルと MAS を比較を行った。3 万人のうち 80% のエージェントが避難するまでの実行時間を比較した場合、MAS より 550 倍の速さを実現することができた。また、MAS との避難傾向の比較を行った。流出量の近似モデルで、エージェントが部分領域流入して次のステップで流出することが確認された。そして、近似モデルの避難傾向に影響が大きく現れた。そのため、MAS よりエージェント数の減少が早くなった。