

第IV部門 避難時における混雑状況の分析-マルチエージェントシミュレーションを用いて-

大阪工業大学大学院工学研究科 学生員 ○清水 優汰
 大阪工業大学工学部 正会員 山口 行一

1. はじめに

都市部においては、多くの地域から来街者が訪れることから、巨大地震による津波や異常気象による浸水などへの防災・減災対策をハード・ソフト両面から進められている。迅速かつ安全な避難活動を行うためには、事前に災害発生時の避難行動特性を把握し、最適な避難計画を採用することが効果的である。しかし、観光目的など土地勘がない来街者も含まれるなか、実際に災害時を想定した避難行動実験を行うことは、現実的ではない。このため、避難行動シミュレーションは有効な検討手段として注目されている。また、多くの来街者が行き交う場所においては、避難の目的地となる出口前の分析だけでなく、単路部や交差点部といったエリアで混雑状況を把握することが重要であるが、出口前の混雑に関する検討は多く見られるものの、その他の場所の混雑については検討が少ない。そこで本研究では、マルチエージェントシミュレーション(以降、MAS)を用いて地下空間全体を想定した避難行動シミュレーションモデルを構築し、通路や交差点での混雑の発生状況を把握することを目的とする。

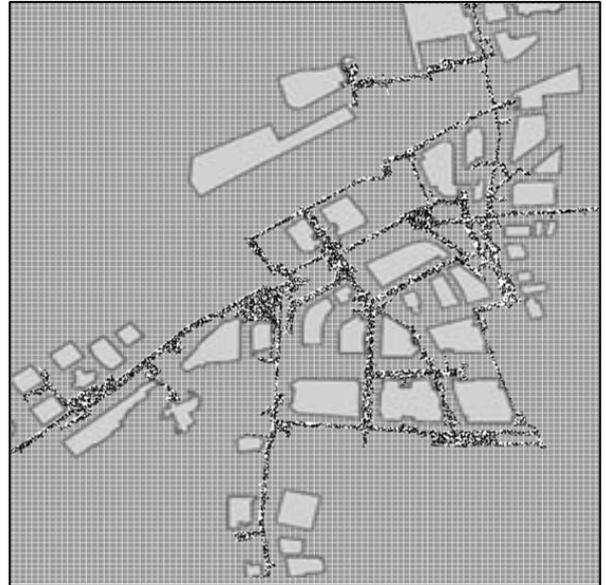


図 1 構築したシミュレーションモデル

2. 参考地域

本研究では、大阪府大阪市北区梅田地下街を参考としてモデルを構築した。梅田地区の地下空間には5つの地下街・地下道が存在し、多数のビルと5つの鉄道駅がこれらの地下街と接続しているため、大規模な地下空間が形成されている。なお、本研究は、混雑する出口に加え、交差点部や単路部で起きている混雑状況を把握することが目的で、実際の同地域における防災の取り組みとは全く関係が無く、対象地域の避難について検討するものでもない。

3. 避難行動シミュレーションの構築

本研究では「セル空間表現」によるシミュレーションモデルを構築した(図 1 参照)。エージェントを避難者と設定し、災害発生時にエージェントごとに、地上への階段や接続ビルを利用して避難させ、群衆全体の避難行動を表現する。

(1) シミュレーションマップの作成

シミュレーションモデルのセル空間表現は、対象地域を二次元空間と捉え、グリッドに分割し、分割したものをセルと呼ぶ。セルの大きさは $1.2\text{m} \times 1.2\text{m}$ とし、分割された1つのセルに存在するエージェントが、別のセルに移動することで行動を表現する形式である。

(2) エージェントの移動ルール

エージェントの占有面積を1セルとし、通常時の避難歩行速度を 1.2m/s とする。また、階段移動時の避難歩行速度は、 0.6m/s とするために出口のセルにて一定時間停止することでこれを表現する。本研究ではエージェントを障害物からの斥力とゴールへの引力によってエージェントを目的地まで移動させるポテンシャル法によって移動させる。目的地のポテンシャル値を0とし、目的地から離れるほど大きいポテンシャル値を設定する。エージェントは自身のセルを中心とした周囲8セルの中からポテンシャル値が最小のセルへと移動する。

Yuta SHIMIZU, Yukikazu YAMAGUCHI
 m1m23104@st.oit.ac.jp

表 1 配置場所別でみた混雑状況の分析

観測スポットの配置場所	単路部	交差点部
観測スポット数	55	49
混雑スポット数	7	11
混雑時間の最大値(秒)	402	556
各混雑スポットの混雑時間 平均値(秒)	118.14	193.55

(3) 観測スポットについて

エージェントの避難の様子を把握するために、シミュレーション上の交差点及び通路に 104 箇所の観測スポットを設置した。通路の観測スポットの設置ルールは、交差点と交差点間の通路に、観測スポットの間隔が 100m 以内になるように設置した。観測範囲は観測スポットを中心とする 11セル×11セルの周囲 121セルとし、範囲内に存在するエージェントをカウントする。この観測範囲は、他の観測スポットと範囲が重複しない最大の範囲である。また、観測スポットの周囲 121セルに収容可能なエージェント数を、最大収容人数と定義する。そして、本研究では、収容率(観測人数/最大収容人数)が 50%を超えている状態を「混雑」と定義する。混雑状態の観測スポットを混雑スポットとする。

5. 混雑状況の分析

避難者数を 10,000 人と設定しシミュレーションを 3 回行い、避難完了時間が中央値であった結果を分析に使用した。

観測スポットを場所別でみた混雑状況の結果を表 1 に示す。単路部と交差点部でも混雑が見られ、特に混雑時間の平均値は、交差点部が単路部の約 1.6 倍であった。

混雑スポット数の推移を図 2 に示す。単路部と交差点部のどちらも混雑が集中するタイミングは同じであった。また、混雑した交差点部は単路部よりも常に多い状態であった。

図 3 に滞留している人数が多かった出口と混雑している時間が長かった交差点部・単路部のそれぞれ上位 10%を示す。各箇所を比較すると、重複している箇所もあるが、分布が異なることがわかった。

6. おわりに

本研究では、マルチエージェントシミュレーションモデルを構築し、避難における混雑状況を分析した。避難計画においてよく把握されている混雑する出口以外にも、混雑する交差点部や単路部が存在すること、特に、交差点部においては長時間にわたり、混雑が観測されていることがわかった。このため、混雑する出口以外である単路部や交差点部において雑踏事故が発生する可能性があることを踏まえ、避難誘導方策の検討を進める必要があると考えられる。

今後の課題として、シミュレーションの回数を増やして、分析をすすめる必要があることと、避難完了までの時間経過になかで、どのように混雑が発生しているのかを分析することなどがあげられる。

【補足】本モデルは株式会社構造計画研究所が開発したシミュレーションプラットフォーム「artisoc4.2」をベースに作成した。

【謝辞】本研究は JSPS 科研費 20k04881 の助成を受けたものです。

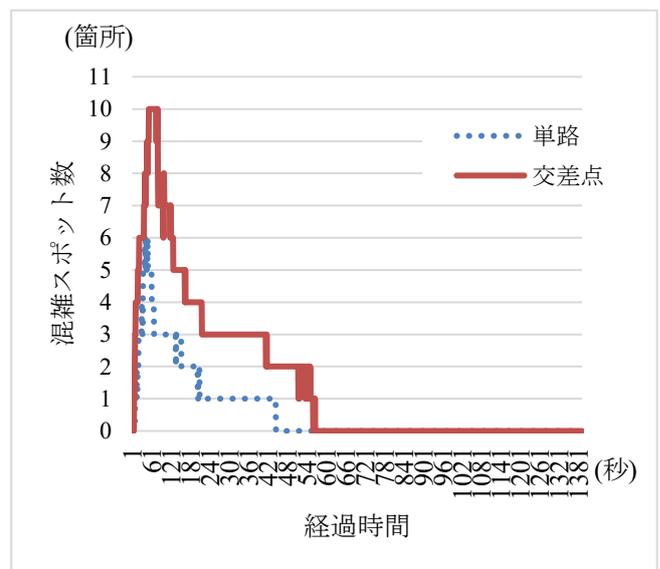


図 2 混雑スポット数の推移

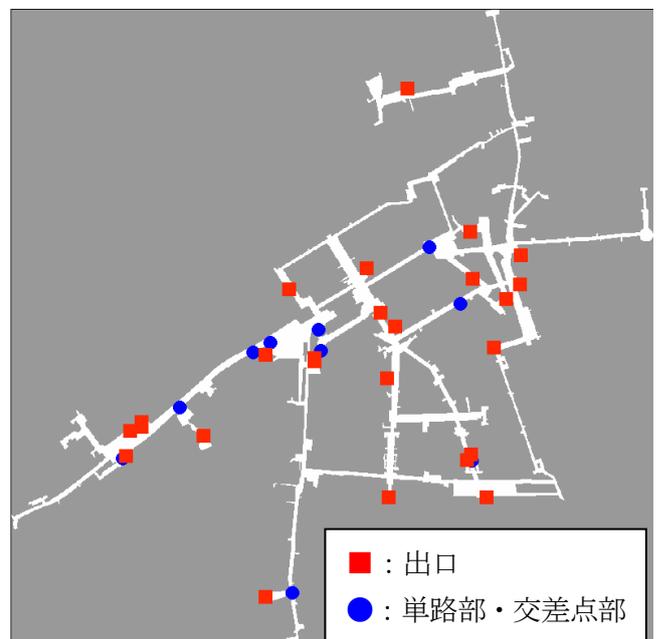


図 3 滞留している人数が多かった出口と混雑している時間が長かった交差点部・単路部(各上位 10%)