

歩行者と自動車の交錯を考慮した避難行動シミュレーションに関する研究

A Study on Evacuation Simulation Model under a Mixed System of Pedestrians and Cars

北海道大学大学院工学研究科 学生員 杉原 卓治 (Takuji SUGIHARA)
 北海道大学公共政策大学院 フェロー 加賀屋 誠一 (Seiichi KAGAYA)
 北海道大学大学院工学研究科 正会員 内田 賢悦 (Ken-etsu UCHIDA)
 北海道大学大学院工学研究科 正会員 萩原 亨 (Toru HAGIWARA)

1. はじめに

1995年に発生した阪神・淡路大震災を例にしても、都市部における大規模地震発生時にはさまざまな原因により交通渋滞が発生することが予想される。これにより緊急車両の到着が遅れ、それに伴う救助や救急処置の遅れにより、震災による被害が拡大する恐れがある。さらに、札幌市のような積雪寒冷地においては冬期の自動車利用の増加や交通容量の低下が見込まれることから、交通渋滞による影響はより深刻になることが予想される。

地震災害に対する避難行動シミュレーションはこれまでに数多くなされているが、その多くは歩行者ないし自動車のみを対象としている。また避難時の行動についても、最寄りの避難所を認知しているか否かによって大別され、その認知の度合いによる行動の違いに焦点を当てたものはほとんど見られない。

これを受けて本研究では、積雪寒冷地である札幌市における大規模地震発生を想定し、避難所の認知度による行動の違いを表現した上で、発災直後の交通状況を、歩行者と自動車の双方を考慮したシミュレーションによって再現する。これにより、避難所の認知度の違いが避難行動に与える影響と、非常時における歩行者と自動車の交錯が避難行動に与える影響を探る。



図 - 1. シミュレーション対象地域

2. 対象地域の選定と想定地震

本研究で対象とする地域の選定に当たっては、内閣府より公表されている「表層地盤のゆれやすさマップ」を参考とし、札幌市内において比較的「ゆれやすい」と評価されており、住宅やマンションが数多く立ち並ぶ地域であることから、札幌市北区と東区にまたがる一部の地域を選定した。図 - 1に対象とする地域を示す。

また、想定地震については札幌市によって考えられているものを参考とし、その被害についても同様に参考とする。表 - 1に、札幌市による想定地震の被害予想を示す。

表 - 1. 想定地震による被害予想

想定地震(最大被害)			
震度5強、冬、積雪50センチメートル、ラッシュ時			
人的被害(死亡)	240人	ガス管の破裂	1箇所
人的被害(負傷)	12,900人	電信柱の倒壊	2,600本
建物(全壊)	7,120棟	電線の断線	330箇所
建物(半壊)	43,190棟	電話線の断線	120箇所
火災発生数	130件	道路被害	40箇所
上水道の破裂	270箇所	ブロック崩れ	1,600件
下水道の破裂	990箇所	建築物の落下	4,000個

3. シミュレーション

これまでも、避難行動シミュレーションにおいてマルチエージェントシミュレーション(MAS)が多用されているが、めまぐるしく変化する環境の中で刻々と更新されていく周囲の情報を取得し、個々(各エージェント)の判断に基づいて行動ルールを決定する状況を再現する上で、MASの適用は有効であると考えられる。このため本研究においてもMASを用いることとする。

4. エージェントルール

本研究では歩行者と自動車の双方を扱うため、それぞれに行動ルールを仮定する。また、震災はシミュレーション開始からしばらくして発生するものとし、それまでは各々に定めた目的地に向かって行動するものとする。

4-1. 歩行者エージェント

歩行者は発災後、自宅または会社(エージェントの発生地点)に向かうか、避難所に向かうかを判断し行動する。その際、自身がいる交差点に隣接した道路についての情報を取得し、その先の経路については、目的地までの詳細な経路を把握している場合は最短経路を選択し、目的地の位置は把握しているが、経路までは把握していない場合は直線距離が最短

となるように経路を選択する。また、目的地も分からない場合、周囲の情報のみを頼りに行動し、避難所の情報を持っている歩行者と出会ったときに追従行動をとるものとする。

歩行者が取得する情報としては、1. 人の数 2. 建物の被害状況 3. 次の交差点までの距離 の3つとし、これらが次に向かう交差点を決定するための判断基準となる。

4-2. 自動車エージェント

自動車は発災後、自動車を降りて徒歩で行動するか乗車を続けるかを判断し、自動車を降りる場合には歩行者として扱う。乗車を続ける場合には、自宅または会社（エージェントの発生地点）に向かうか、避難所に向かうか、通過交通となるかを判断する。その際の経路の選択方法は歩行者と同様とし、その他に、渋滞に巻き込まれた場合には回避行動（Uターン）をとる。

自動車取得する情報としては、1. 車両の数 2. 建物の被害状況 3. 次の交差点までの距離 の3つとし、次に向かう交差点を決定するための判断基準とする。

図-2にエージェントの行動に関するフローを示す。

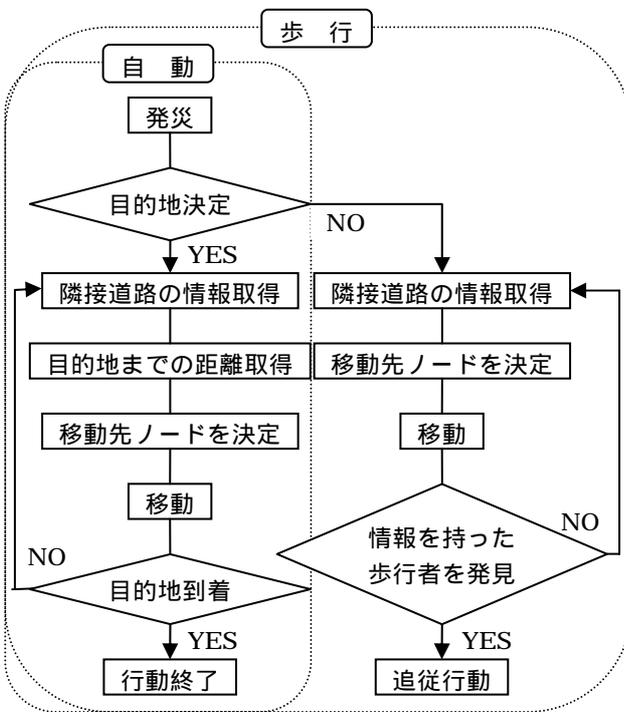


図-2. エージェントの行動に関するフロー

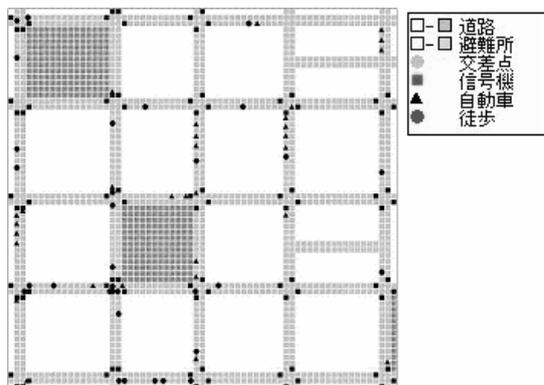


図-3. シミュレーション画面上に分布するエージェント

5. アンケート調査

本研究で扱う歩行者・自動車エージェントは、個々に異なる判断基準を持ち、それにしたがって各自の行動を決定する。この判断基準を決定するため、シミュレーションの対象とする地域の住民に対してアンケート調査を実施し、得られた結果をいくつかの種類化した後に各エージェントの属性として組み込むこととする。

以下の項目について調査を行う。

- 1) 年齢、性別、職業
- 2) 自宅から最寄りの避難所を認識しているか、またその度合いについて（正確な道筋を把握しているか、大まかな位置を把握しているか）
- 3) 外出時に発災した場合、目的地を変更せずに行動するか、自宅・会社または避難所に向かうか
- 4) よく訪れる外出先の、周辺の避難所を認識しているか、またその度合いについて
- 5) 自動車を運転中に発災した場合、車両を置いて行動するか、運転を続けるか
- 6) 発災後に行動する際、目的地までの距離・周辺の被害状況・人や車両の数、の3つの項目について、それぞれどの程度重要視するか

6. 評価方法

既述の想定地震による被害予想から、歩行者や自動車の通行の妨げとなることが予想される項目について整理し、対象とする地域における被害状況を仮定する。またエージェントについては、アンケートによって得られた情報をもとに属性を組み込み、自宅・会社または避難所に向かうエージェントが目的地に到着するまでの時間を評価項目とする。これに対し、避難所の認知度・経路を選択する際に重要視する項目・発災後の自動車利用者数をそれぞれ操作し、避難行動の妨げとなっている要因を探る。

7. 今後の展望と課題

現在、各エージェントの移動ルールについてのプログラムを構築中である。この作業に並行してアンケート調査を実施、各エージェントに属性を組み込み、評価項目に見合った操作を行う。図-3に、シミュレーション画面の一部に分布する歩行者、自動車、信号機エージェントを示す。

参考文献

- 1) 根岸 祥人,加賀屋 誠一,内田 賢悦,伊橋 雅浩;震災経験を考慮したルールベースの避難交通行動シミュレーションへの適用に関する研究,土木計画学研究・講演集,Vol.30,論文番号223,CD-ROM,2004
- 2) 合月 孝,加賀屋 誠一,内田 賢悦,伊橋 雅浩;マルチエージェントシミュレーションを用いた札幌都心部の歩行者回避行動に関する研究,2004年度土木学会北海道支部年次講演会講演集,IV-41,CD-ROM,2005
- 3) 渡部 正一,加賀屋 誠一,内田 賢悦,萩原 亨;運転者特性を考慮した避難行動シミュレーションモデルの構築に関する研究,2005年度土木学会北海道支部年次講演会講演集,IV-38,CD-ROM,2006