

京都大学工学部 学生員 ○中島正人
 京都大学工学研究科 正会員 花島健吾
 京都大学防災研究所 正会員 堀 智晴
 京都大学防災研究所 正会員 野原大督

1. はじめに

水害時の避難行動を的確に行うことが人命損失を防ぐ上で重要であるという認識の下で洪水氾濫に対応して避難する住民の行動をコンピュータ上で模擬するためのモデルが種々提案されている。筆者らも、住民が避難を決定するに至る意思決定プロセスを含んで、世帯あるいは個人単位で水害時の避難行動をシミュレートする水害避難マイクロモデルを開発してきた。

ところで、浸水被害が広域化すれば、避難エリアも大きくなり、経路上での混雑や障害物の存在が行動を大きく制約することが考えられる。そこで、本研究では、従来開発を進めてきた水害避難マイクロモデルに、人が障害物を回避する様子を再現する機能を実装することを試みた。

2. 避難行動場の表現方法

従来のモデルでは街路をノードとアークからなるネットワークで表現することによって、詳細な街路網を有する避難行動場を表現してきた。避難者はアーク上を移動するので、避難者の位置情報は「位置しているアーク」と「ノードからの距離」の2つにより表される。また、この方法は、道路の接続関係を取り扱いやすいという利点を持っている。一方で、道路を1次元で表現するため避難者の行動を現実的に2次元で捉える事ができないという問題がある。混雑を考える場合には、避難者の行動を2次元で表現することが欠かせない。そこで、本研究ではアークの両側に道路と同じ幅の長方形のセグメントを付けてアークに幅を持たせ2次元で表現することで、経路上での回避行動を表現できる拡張型のノード・アーク方式を用いることにした(図1)。

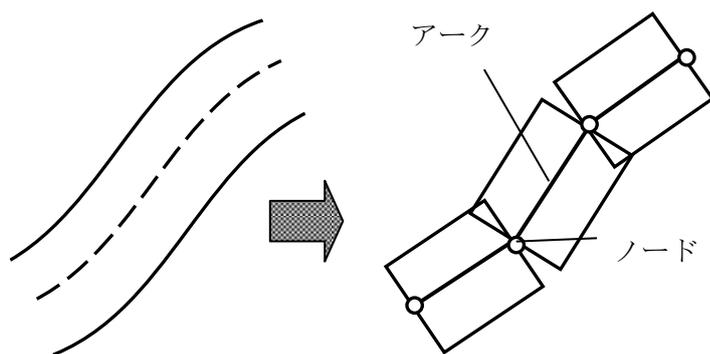


図1 道路のモデル化

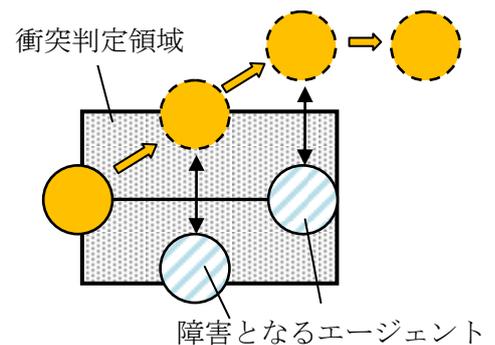


図2 衝突回避の過程

3. 回避行動アルゴリズム

本モデルでは、避難者を表すエージェントの進行方向に矩形の衝突判定領域を設定し、領域内に他のエージェントが存在する場合、そのエージェントを一定の側方間隔を保って回避するように進路を決めるという方法で回避行動を表現する。

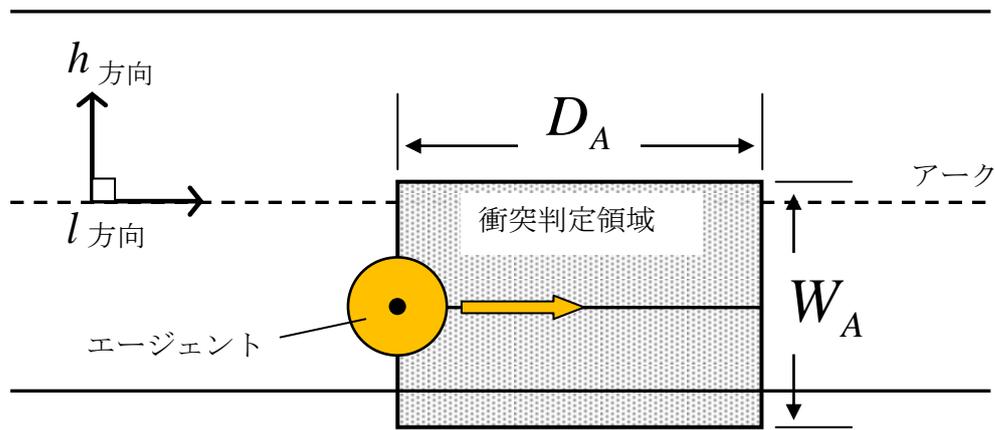


図3 衝突判定領域

それぞれのエージェントについて、アークと平行な方向 (l 方向) に D_A 、 l 方向の法線方向 (h 方向) に W_A の長方形の衝突判定領域を定義する (図3)。時刻 t で領域内にいる他のエージェントを時間 Δt での回避の対象とし、複数のエージェントが存在する場合は、 l 方向に自身に近い順に回避していく。 Δt の間、衝突判定領域は時刻 t において設定したものに固定し、次のタイムステップ、時刻 $t + \Delta t$ で、その地点における衝突判定領域を新たに設定する。

エージェントは原則、 l 方向 (アークと平行な方向) に直進するが、他のエージェントを回避する際には方向転換して進む。時刻 t で衝突判定領域を設定し、障害となるエージェントがいれば、時刻 t の地点から、1 番目に回避対象となるエージェントから h 方向に側方間隔 k をとった地点に向かって直進し回避する。その際、対象となるエージェントが衝突判定領域の自エージェントから見て左半分の領域あるいは中央線上にいれば右に進路変更し、左半分の領域なら左に進路変更する (図2)。

時間 Δt の間にエージェントが移動した地点を仮移動位置とする。全てのエージェントにこの処理を行った段階では、実際に衝突が起こっている (仮移動位置が重なっている) 場合がある。これはエージェントの衝突判定を当該エージェントの動きのみを考え、他のエージェントは現在の位置で留まるとして行っているためである。そこで、仮移動位置について重なりを解消する処理を行う。エージェントに付けられた ID 番号の小さい順に、他のエージェントとの重なりがないか調べ、重なっている場合は、ID 番号の大きい方を重ならない位置まで移動させる。この際、移動させるエージェントが、既に重なりを調整したエージェントに再び重ならないようにする。これにより、全てのエージェントに対して位置の調整を1度行うことで全てのエージェントを重ならず時刻 $t + \Delta t$ における位置として配置することができる。

4. 実験と考察

先に述べたアルゴリズムを設定したモデルの実験として、幅の定まった十分に長い道路を準備し、歩行速度の異なる二つのエージェントを衝突が起こるような位置に配置することで回避行動のシミュレーションを行った。道路幅とエージェントの初期配置を様々に変えることで三つの追い越しパターンでの挙動を観察した。まず一つが、周囲に十分なスペースがある状態での回避、そして、回避すべき方向に十分なスペースがない場合、もう一つが、左右両側にスペースがなく回避不可能な場合である。一つ目のパターンでは、障害となるエージェントの位置を正しく認識しルールに基づいた方向に回避した。二つ目のパターンでは、回避すべき方向に進めないため逆側に回避距離を取り迂回した。三つ目のパターンでは、回避して追い越すことはできないので、進んでは衝突直前で停止することを繰り返し前方のエージェントに追従して進んだ。

以上のように、簡単な条件ではエージェントにおかしな挙動は見られず、モデルに問題点は見受けられなかった。今後は、実規模でのシミュレーションを行い、本アルゴリズムの妥当性を確認していく予定である。