

マルチエージェントの進化的行動による消火活動シミュレーション

日大生産工（学部） ○渡邊 良太
日大生産工 松田 聖

1. まえがき

近年、私たちが生活している社会を認識・分析・理解するきわめて有望な方法として、人工社会の構築が注目されている。人工社会とは、コンピュータの発達が生み出した新しい社会の捉え方である。この人工社会の研究によって社会に対する見方や理解を大きく変える可能性があると考えられる。本研究では、地形による火災の延焼とエージェントによる消火活動の局所的な関係をマルチエージェント・シミュレーションというコンピュータ・シミュレーション技法でモデル化し、火災という社会現象を捉える。効果的な消火のためには多数のエージェント間の協調行動が必要であるが、遺伝的アルゴリズム（以下 GA と記載する）を用いることにより、エージェント間の協調行動が創発し、効果的な消火が行われることを確認することを目的とする。

2. 空間構造

空間を作成する際に、「格子モデル」の構造にこだわる必要はない。本研究の空間構造は、より火の広がりや自然に再現するために「六角形モデル」を採用した。

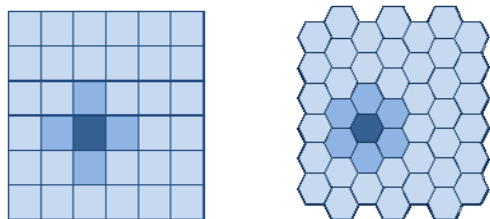


Fig.1 「格子モデル」と「六角形モデル」

Fig.1 から分かるように「格子モデル」とは、正方形の

マスが格子状に並び、辺どうしが接して、周囲は必ず4マスになる空間構造である。同様に「六角形モデル」とは、六角形のマスが蜂の巣状に並び、辺どうしが接して、周囲は必ず6マスになる空間構造である。

3. 火災モデルの基本構造

本研究における火災モデルの基本的な構成要素である、多様な地形と多数の消防士エージェントを、蜂の巣状に並んだ○×○のマス上に配置する。火災モデルのシミュレーションを開始した時に必ず火災が発生し、発生する場所はランダムに決定される。時間の経過とともに広がっていく火災がエージェントと隣接する周囲6マスを囲んだとき、エージェントは死亡する。2500 ターンの経過、もしくは全てのエージェントが死亡したときに、シミュレーションを終了する。

4. 地形の多様性

地形によって可燃性、延焼性、延焼速度に違いをもたせ、より現実に近い環境を設定する。

	住宅	店舗	校舎	工場	川	森
可燃性	○	△	△	△	×	◎
延焼性	○	○	△	△	×	◎
延焼速度	○	○	○	△	×	◎

Fig.2 地形と火災の関係性

Fig.2 は様々な地形における可燃性、延焼性、延焼速度をリスト化したものである。ここでは森に視点を

Fire Fighting Simulation by Evolutionary Behaviors of Multi Agents.

Ryota WATANABE, Satoshi MATSUDA

あわせながら説明を行う。森は可燃性が高いことから非常に燃えやすく、火災の起きる確率が高い。さらに延焼性も高いので回りの地形に燃え移る確率が高い。延焼する可能性がある地形の対象は、火災が起きている場所に隣接する6マスに限る。また、森は延焼速度も高いことから燃え尽きるまでの時間の経過が早いという特徴をもつ。もし火災の起きた地形を消火できずに燃え尽きた場合は、他の燃えている地形から燃え尽きた場所へ決して延焼することはない。

5. 消防士エージェントの設計

消防士エージェントの目的は火災を消火し、焼失面積を小さくすることである。この目的を達成するための行動手段を以下に記載する。

- 多数のエージェント数は、それぞれ能力として視力、消火能力の値をランダムに与える。
- 1ターンの間に、各エージェントが隣接する6マスの中から1マス移動することができる。
- エージェントは環境知覚能力(センサー)として、自分を中心に有限範囲内360度の火災とエージェントの配置を知ることができる。また、地形の配置や知識はあらかじめ備えているため、センサーから情報を得る必要はない。
- 火災の起きている地形にエージェントが隣接したとき、消火活動を行う。消火できる範囲はエージェントに隣接する6マスである。先に記載したように、各エージェントの消火能力はランダムに決定される。この消火能力を基にマス毎の消火確率が計算され、鎮火されるか判定を行う。

7. 意志決定とGAの適用

時間の経過とともに広がっていく火災をエージェントが消火する。消防士エージェントがこの目的を達成するためには協調行動パターンの獲得が必要である。消防士エージェントの協調行動パターンの獲得には、GAを用いるとする。

エージェントが行動を決定する際には、センサーから入力情報を得て、これを基に6方向への移動、もしくは消火活動のどれを選ぶかという意思決定を行う。意思決定を実

現するためには、単純に行動テーブルの参照に基づく意思決定を行う。行動テーブルは次のように作られる。まず、入力情報パターンを決定する。エージェントのセンサーから把握できる有限範囲内の360度の火災を0,1で表す。0は火災がない、1は火災があることを示す。同じようにセンサーから把握できるエージェントの配置を0,1で表す。0はエージェントがいない、1はエージェントがいることを示す。これらの入力情報を1列に並べ、全ての場合を想定した入力情報パターンを作成する。この入力情報パターンそれぞれに6方向の移動、消火活動の7行動に対して0,1の値を割り当てる。各エージェントは自分の行動ターン時に、対応する入力情報に対して1の値が割り当てられた行動からランダムに1つの行動を選択する。

つぎにGAを適応するために、行動テーブルから遺伝子型表現を設計する。ここではエージェントの行動を表す0,1の列を1列に並べたものを遺伝子型とする。

8. シミュレーションの評価

現実社会において、火災が起きてしまうと被害が非常にある場所が存在する。本研究では焼失面積により評価を行うのでその点を補う規制をつける。

	住宅	店舗	校舎	工場	森
重み付け	○	○	◎	△	△

Fig.3 評価値の獲得量

Fig.3のように地形における焼失した場所に重み付けをした。現実社会において需要がある校舎には重み付けを高くし、焼失した場合は被害が大きくなる。

「参考文献」

- 1) 山影進,「人工社会構築指南書」artisocによるマルチエージェント・シミュレーション入門, (2007), pp.8~12, pp.300~302, pp.421~429.
- 2) 山影進, 服部正太,「コンピュータのなかの人工社会」マルチエージェントシミュレーションモデルと複雑系, (2002), pp.2~20.