

人工生命技術を用いた地下街の避難行動シミュレーション

関西大学 学生員 ○安井 雅洋
関西大学 正会員 古田 均

1. はじめに

現在、我が国における大都市の地下街は、巨大な繁華街へと変貌している。そのほとんどの地域で、地下街は一般的な都市空間として存在している。特に日本の都市では、利用できる地上の空間も、その利用法に限りがあるため、この傾向が顕著に見られる。一方、地下街などの閉鎖的空間における災害時の避難行動には混乱が生じやすいと考えられる。したがって、地下街における利用者の避難安全性向上のための防災対策を十分考慮する必要がある。

以上より、災害時の不安と混乱の中での群集の行動形態を予測し、災害時の状況を把握しておく必要がある。そのため、地下街を対象とした災害時の避難行動シミュレーションシステムの構築が行われている。その構築手段として、これまでいくつかの手法が提案されてきた。しかし、既存のモデルでは、様々な要素を考慮した複雑なモデリングが行われている。さらに精度向上を図るため、人間の心理、視界、思考などの要素を取り入れ、モデル化することが検討されている。しかし、実際の地下街に適用するには計算時間や精度の点で問題がある。そこで本研究では、人工生命技術を応用することにより、確率的な要素を考慮した簡易なモデルで複雑な振る舞いを表現することができるシミュレーションモデルを提案する。

2. 人工生命

Langton の定義によると、人工生命とは自然界の生物システムに特徴的であるような振る舞いを示す人工システムに関する研究であり、生命を機能という面から捉える考え方である。この視点から考えると、様々な意思決定過程の行動には、それほど多くのものはない。そのため、行動の選択を確率によって定義することにより、様々な意思決定過程の行動とほぼ同様の行動結果が得られると考えられる。そして、人工生命の研究を通じて出来上がっていった技術の総称を人工生命技術という。

もう一つ、重要な視点として創発がある。創発では機能の階層構造をもつ必要がある。下位層の各要素は他と関連をもつが、すべての要素と関連をもつわけではない。下位層のそれぞれの要素は局所的な近傍と関連をもち、その結果、上位層の大域的秩序が形成される(ボトム・アップ)。形成された上位層の秩序は、下位層の行動の境界条件となり、上下階層間の非線形フィードバックが形成され、複雑な振る舞いを起こす。これを創発という。

3. 避難時における人間の行動

地下街の災害時において個々の人間の状況は異なり、災害の認知の仕方も異なる。さらに、情報の流れ方も異なる。しかし、避難行動の特徴として群集となり避難を行うということが考えられる。群集を作り出す要因は個々の行動の相互作用である。また、個々の人間の相互作用は環境からの情報を受けながら行われる。環境からの情報として、誘導灯や群集からの情報が考えられる。すなわち、個々の人間の行動が群集に影響を与え、群集が個々の人間に影響を与える。このように、個々の人間と群集には相互連鎖的な関係が成り立ち、創発現象が見られると考えられる。そこで、本研究では人工生命の視点から避難行動シミュレーションシステムの構築を試みる。

4. システム構成

個々の人間のモデルに次の2つの特徴のどちらかをもたせる。

- 出口への経路を認識していない
- 出口への経路を認識している

また、個々の人間のモデルについて次の属性を用いる。

- 向かう方向
- 向かう方向への強さ
- 動く速さ

動く早さの違いにより、一般の人と高齢者等の違いを表すことができる。

キーワード：人工生命技術、シミュレーション、地下街、避難

連絡先：〒569-1095 大阪府高槻市霊仙寺町 2-1-1 関西大学大学院総合情報学研究科 TEL072-690-2153

出口への経路を認識しているモデルは出口へと向かう．一方、出口への経路を認識していないモデルは次の要因から向かう方向を確率的に決定する．

- 近傍の人間が向かう方向
- 自分の現在の方向に向かう強さ
- 近傍の人間からの情報
- 誘導灯

個々のモデルは、方向選択を行うことにより向かう方向を決定する．向かう方向が決定した後、移動セルの決定を行う．移動セル決定の際、人間の行動特性を考慮し、直進は選択されやすく、左右のセルへの行動は選択されにくいように確率を設定する．

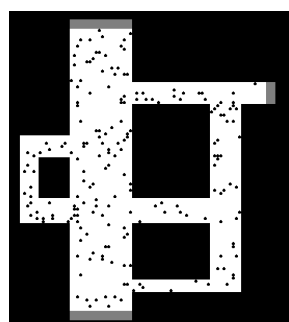
5. 適用例と適用結果

仮想の地下街を想定し、それを用いて本研究で提案するモデルの有効性を確かめる．人間はランダムに200人配置し、出口認識率は63%としたときの実行結果を下図に示す．図より、出口を知らない人間も群集流に加わっていることがわかる．

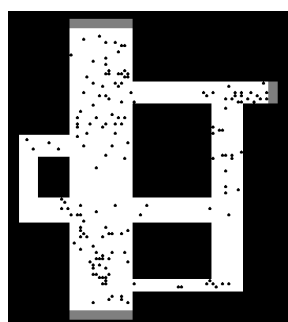
6. おわりに

人間の意思決定過程といった複雑な要素を考慮する際、モデル化するためには多大な労力や時間を必要とする．さらに、意思決定過程や意思決定過程に関わ

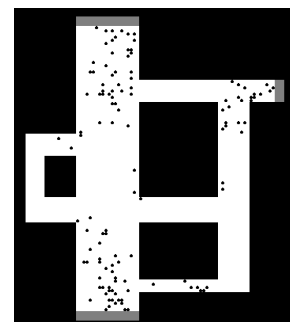
る要素は個々の人間によって様々である．これらを個々にモデル化することはほぼ不可能である．しかし本研究のモデルでは、人間の意思決定過程に関わる様々な複雑な要素を考慮するのではなく、人間の意思決定過程の結果の行動に着眼し、その意思決定過程の結果の行動を確率によって定義することにより簡易なモデルとなっている．また、簡易なモデルではあるが個々のモデルの相互作用により創発が見られる．したがって、人間の意思決定過程の結果の行動は確率によって表現することができ、本研究のモデルは有効であると考えられる．一方、検討すべき点もある．本研究のモデルにおいて、確率を決定するのはシステム構築者である．つまり確率を決定するのは人間である．したがって、システム構築者やシステム構築に関わる人間の先入観や偏見、独断によって確率が決定される可能性がある．その結果、人間の意思決定過程の結果の行動を表していると言えるかという点である．今後の課題として、実際の地下街に適用し有効性の再確認を行うとともに、地下街における避難行動シミュレーションに適用するだけでなく、様々な環境において適用することにより、本研究のモデルの有効性を高めることが期待される．



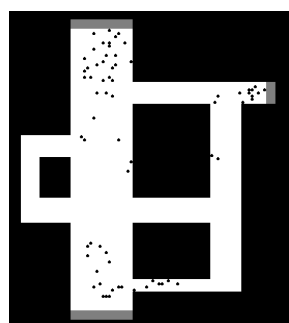
初期状態
避難率 0%



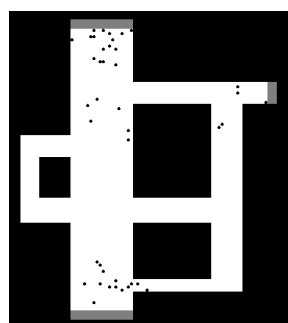
10 ステップ経過
避難率 19%



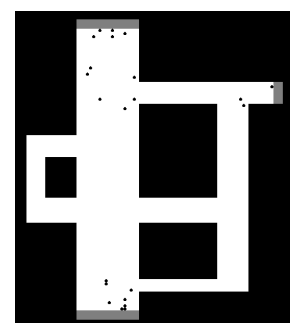
20 ステップ経過
避難率 40%



30 ステップ経過
避難率 65%



40 ステップ経過
避難率 79%



50 ステップ経過
避難率 89%