3T-04

災害時の群集の心理効果に着目した避難時交通シミュレーションの解析フレームワーク

佐々木　亮†
† 静岡大学情報学部情報科学科

福田　直樹‡
‡ 静岡大学大学院情報学研究科

1　はじめに

自然災害の発生は，現代の技術では予測することは困難である．そのため，マルチエージェントによる被害想定シミュレーションが行われてきた．Tsai らは，歩行避難シミュレーションの詳細度を高めるために，エージェントに対して感情や人間関係などを導入した ESCAPES モデルを提案している [4]. また Fridman らは，避難行動において文化間の違いが行動にどれほどの影響を及ぼすのかを歩行ビデオの解析により評価した [2]. これらの詳細化により，シミュレーション結果から今までの避難シミュレーションでは想定されていない被害状況を発見することができた．

内閣府は東日本大震災時の避難行動のアンケート調査を行い公表をしており，実際に避難者自らも想定し得ない行動をとっていることも分かる [1]．パニック時に引き起こされる現象として，混みあった建物の空間において火災が発生した場合，各個人がいち早く逃げ出そうとするために人混みの中で自然と人を押し潰したり，踏み潰してしまうような行動が見られる [3]. 突発的事象など想定外の事象に対する検証を支援するフレームワークとしては，岡田ら [5] のフレームワークがあるが，同フレームワークでは心理効果は導入されていない．

本研究では，シミュレーションの詳細化の手法として，災害時の心理効果をエージェントの行動に反映させたシミュレーションフレームワークを作成した．またシミュレーション結果の視覚化を行うことにより，心理効果の有無による避難行動の変化を観測可能とする．

2　提案フレームワークの概要

心理効果による行動変化の発生要因として，避難時の不安や恐怖といった感情や外部からの情報が主要因として考えられる．シミュレーションにおけるこれらの心理条件等の設定を行うために，心理効果の編集ユーザインタフェースを用意した．また，視覚化を行うためにオープンストリートマップによる地図データやシミュレータで生成されたエージェントの行動データを読み込み，エージェントの行動変化を観測できる視覚化モジュールを使用可能とした．図 1 に本フレームワークの心理効果の編集ユーザインタフェースを示す．

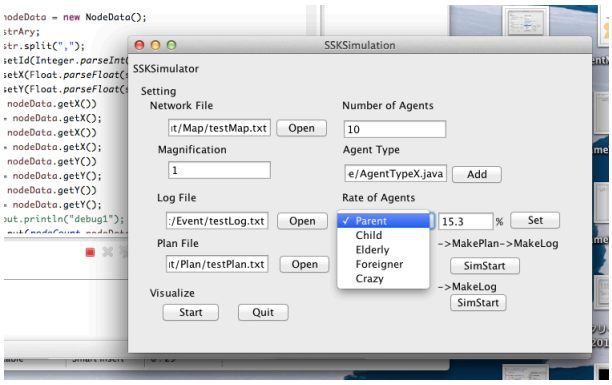

図 1: 心理効果の編集ユーザインタフェース

心理効果の編集ユーザインタフェースでは，人間の 6 つの基本感情である喜び，怒り，悲しみ，驚き，恐怖，嫌悪に基づいた各エージェントの心理パラメータや，親，子供，お年寄りなどの属性，外部情報などを簡易的に指定できる機構を用意した．これらの指定された値に応じてそれぞれのエージェントにパラメータを与える．エージェントは基本感情パラメータ以外に，各感情の組み合わせにより，安心度や不安度，混乱度といった具体的な状態を表す．これによりエージェントの心理状態を設定する．また各エージェントが持っている基本感情パラメータをシミュレーション中に適宜変化させることにより，感情による避難行動に影響を与える．

シミュレーションでは，道路データファイルの読み込みと同時に図 1 の心理効果の編集ユーザインタフェースの値に応じたエージェント数に対してランダムに現在地 (出発点)，車両速度，目的地 (終着点) を与える．各エージェントの感情は常に変化していくものであり，エージェントの避難ルートは，動的経路探索アルゴリズムを用いることにより，ノードコストだけではなく感情パラメータを含めた探索，行動を可能とする．また生成されたエージェントの内訳は，心理効果の編集ユーザインタフェースで指定された属性の割合に応じ

A Preliminaly FrameWork for Evacuation Traffic Simulation with Psychological Effects in Disastar
†Ryo Sasaki, Department of Computer Science, Shizuoka University
‡Naoki Fukuta, Graduate School of Informatics, Shizuoka University

Copyright ©2015 Information Processing Society of Japan.
All Rights Reserved.

て生成する．エージェントの属性クラスごとに, 感情による行動変化の適用範囲や変化するための閾値の設定を可能とする．エージェントの行動経路は，対象となる属性のエージェントに対してシミュレーション中に変化する感情パラメータにより，動的にノードコスト及び目的地を変化させつつ決定する．例えば，不安度の上昇により親族の安否を確認するために避難場所とは異なる場所へと進路を進めることが考えられる．各エージェントの感情パラメータを参照し，特定のパラメータの組み合わせ条件を満たしている場合に，エージェントの行動に変化を与える．

警察官が近くに存在することで安心感を得て，落ち着いた行動をすることができ，そのためスピードを落とし適切なルートを選択が可能となる [4] などの第三者による変化も取り入れる．心理効果による多様な行動パターンを用意することで現実の複雑な行動の表現を実現する．具体例として，警察官が近くに存在した場合のエージェントのパラメータ変化を起こす処理の記述例をソースコード 1 に示す．

ソースコード 1: calPsyPolice メソッド

```
1 public void calPsyPolice(AgentData agent){
2   agent.psy.fear −= k∗agent.agentType;
3   anget.psy.happiness += k∗agent.agentType;
4   agent.speed = calAgentSpeed(agent.psy.fear);
5   if(agent.psy.type){
6     agent.route = searchRouteNode();
7   }
8 }
```

渋滞率の高い経路の把握のためにシミュレーションによって出力されたノードごとのエージェント滞在時間を利用し，マップ上の経路を視覚化モジュール上に色の濃淡で視覚的に表現を行う．図 2 に心理効果を考慮した場合の差分を確かめるための視覚化モジュールの実行例を示す．白色の線が道路を示し，水色の四角が各エージェントを示す．

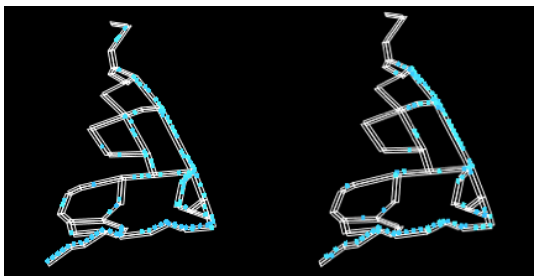

図 2: 視覚化モジュールによる心理効果の有無の比較

3 まとめ

本研究では，避難シミュレーションにおいて詳細度の向上のために，人間の心理要素を取り入れた避難シミュレーションフレームワークの作成を行った．心理効果の 1 つとして，エージェント同士の相互作用による行動の変化をシミュレーションで再現するために，エージェントの心理効果のモデル化を行った．本研究においてエージェントの行動は現実の被害状況で観測された行動を反映させた．それらの現象の発生条件や，現象の発生頻度などの正確性を確かめる検証が不十分である点や，シミュレーション時刻ごとに各エージェント同士の相互作用を計算し，感情パラメータの計算を行うため，現実に近づけるために数百万のエージェントを同時に処理することが難しい点について検討が必要である．心理効果によりエージェントの行動が変化を起こしたことを観測するための，視覚化モジュールの改良も課題である．

参考文献

[1] 地震・津波時の避難行動などに関するアンケート調査. http://www.bousai.go.jp/jishin/tsunami/hinan/10/pdf/4-2.pdf.

[2] Natalie Fridman, Gal A. Kaminka, and Avishay Zilka. The impact of culture on crowd dynamics: An empirical approach. In *Proc. International Conference on Autonomous Agents and Multiagent Systems(AAMAS 2013*, pp. 143–150, 2013.

[3] D. Helbing, I. J. Farkas, and T. Vicsek. Simulating dynamical features of escape panic. In *Nature*, pp. 487–490, 2000.

[4] Jason Tsai, Natalie Fridman, Emma Bowring, Matthew Brown, Shira Epstein, Gal Kaminka, Stacy Marsella, Andrew Ogden, Inbal Rika, Ankur Sheel, Matthew E. Taylor, Xuezhi Wang, Avishay Zilka, and Milind Tambe. Escapes - evacuation simulation with children, authorities, parents, emotions, and social comparison. In *Proc. International Conference on Autonomous Agents and Multiagent Systems(AAMAS 2011)*, pp. 457–464, 2011.

[5] 岡田薫, 福田直樹. シナリオに基づく事象発生の制御が可能なエージェントシミュレーションプラットフォームの試作. 情報処理学会 第 76 回全国大会 (IPSJ 2014), 2014.

Copyright ©2015 Information Processing Society of Japan.
All Rights Reserved.