

マルチエージェントシミュレーションと 進化的アプローチを用いた 災害に頑健な道路網設計モデルの検討

秋山 拓也[†] 福田 直樹[†]

[†] 静岡大学情報学部

1 はじめに

災害からの復興を迅速に進められる条件として、災害後においても救援物資の輸送車や緊急車両が迅速にかつ確実に現地の重要な拠点などに到達できるような道路網とすることが重要である。本研究では、道路網が災害に頑健であることが、そのための重要な条件の一つであると考え、そのための重要な条件の一つである。一方で、道路網の設計では、既存の道路の存在、新規道路網建設コストの考慮以外に、道路網建設による人や車の流れの変化を通常時と災害時ともに考慮する必要がある、その設計の多くを専門家の暗黙的な知識に頼っていると考えられる。本研究では、マルチエージェントシミュレーションと、遺伝的アルゴリズムに代表される進化的アプローチを用いて災害に頑健な道路網を設計するモデルの検討を行うと同時に、進化的アプローチとマルチエージェントシミュレーションのよりよい相互利用を進めるためのモデルと手法を検討する。

2 道路網設計改善モデル

本研究では、MATSimなどの既存の交通シミュレーション基盤を参考に、災害シミュレータに必要な機能や概念 [1] を追加したシミュレータを新たに実装した。

本研究で考える道路網設計の改善モデルの概要を図1に示す。本研究における交通シミュレータは、与えられた道路網状態から平常時、震災時、津波時のそれぞれの状況に関して、その道路網の有用性を算出し、その結果から改善案を出す。そして、改善案を適用することで進化した道路網で再度シミュレーションを行う。この動作をループさせることで、最終的に災害に頑健かつ平常時でも使いやすい道路網が算出される。初期

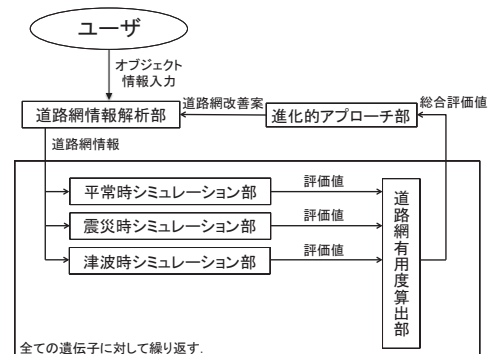


図 1: 道路網設計改善モデル

道路網はユーザーが別途与える。

本シミュレータにおける車エージェントはそれぞれ目的地が設定されており、LRTA*[2]によって経路探索が行われる。これにより、シミュレーション中に動的に道路の寸断や渋滞などが生じた場合に、各車エージェントは動的に経路探索をやり直すことが可能となっている。

3 進化的アプローチ適用手法

3.1 逐次改良アプローチの適用

ある道路網の全てのリンクに対して、そのリンクを欠損させた際のその道路網の有用性の低下率を計測し、一番低下率が高かったリンクに関しては改善が必要と判断し、迂回路となる新リンクを設置する。また、一番低下率が低かったリンクに関してはその付近には道路が過剰に存在すると判断し、削除することで全体のリンク数を保たせる。

以上のアルゴリズムで改良を重ねて行くことで、より災害に頑健な道路網が設計されることが考えた。

3.2 遺伝的アルゴリズムの適用

遺伝的アルゴリズムとは、生命の自然淘汰を参考にした、最適解を近似的に求めるアルゴリズムである。

Takuya Akiyama[†], Naoki Fukuta[†]
[†]Faculty of Informatics, Shizuoka University
 432-8011, Hamamatsu, Japan

本研究で用いられる遺伝子には、あるノードから全てのノードに対してリンクを貼るか貼らないかの情報が入っている。ノード数を N とすると、遺伝子配列の長さは $N(N-1)$ となる。今回、複数の遺伝的アルゴリズム適用手法を考えた。一例として、その手法の一つをピックアップして以下に述べる。

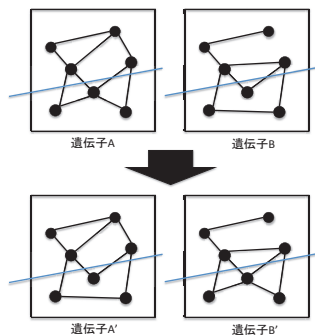


図 2: 交叉法

遺伝子配列を直接区切る一点交叉法では、エリアが寸断されたり、あるノードに対して道がなくなってしまいう問題が発生したため、全てのエリアを二つの領域に分け、領域ごと交叉させる手法が有効であると考えた (図 2)。

4 実験

4.1 実験環境

本実験に用いたシステムは C 言語と C++ で実装し、OpenGL を視覚化部分に用いた。実行環境には CPU 2.4GHz Intel Core 2 Duo, メモリ 8GB, OS X 10.6 を搭載した PC を使用した。

まず初期の検討として、逐次改良アプローチによる道路網の進化を組み込んだシミュレータによる実験を行った。なお、今回は車の移動のみを考え、歩行者の概念はシミュレーションの中には組み込まれていない。

4.2 実験結果

初期道路網を図 3 左に示す。ここで、白い四角形が病院を示す。災害が発生した結果、一つの道路が寸断され、被災者の治療のために病院へ向かう人が全体の 6 割に達した状況を考え、シミュレーションを行った。

実験の結果、図 3 右に示す赤枠が示すように、病院等の重要物件にどのエリアでもほぼ直線距離でいけるような道路網となるように設計されていくことが確認できた。また、青枠のエリアについて、交差点 A から病院最寄りの交差点への直ルートが設計された。その

ため、病院へのアクセスが容易になった。この時の条件設定では、ノード数 19, リンク数 29 であり、次の世代に移行するまで 1 サイクルの実行に 57 分の時間がかかった。十分なシミュレーションを行うためには相当数の世代交代が不可欠であり、シミュレーションにかかる時間が大きくなることが予想される。

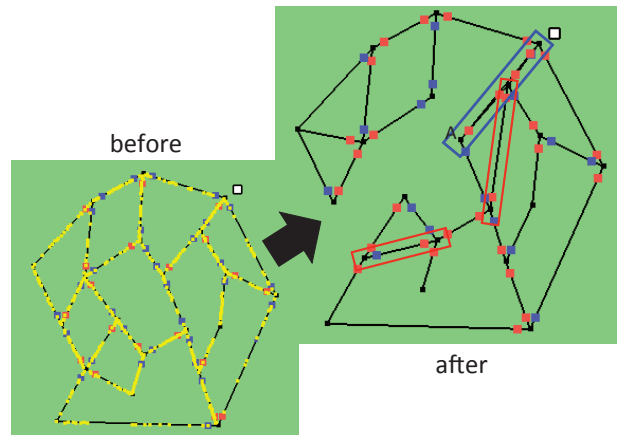


図 3: 道路網の進化

5 おわりに

本論文では、逐次改良アプローチによる道路網の進化の動作を確認し、遺伝的アルゴリズムの適用の可能性について論じた。この実験結果から、シミュレーションに進化的アプローチを組み込むにあたり、少ない世代数で進化をするような手法を考える必要があると考えられる。

本研究を発展させ、人の信念、欲求や意図といった心理的な要因の影響をシミュレーションに含めることができれば、より精密なシミュレータができる可能性があると考えられる。そこで、本研究の次のステップとして、BDI モデルによる行為選択の意思決定を行うエージェントの導入を検討している。

参考文献

- [1] 岡谷 賢, 高橋 友一: エージェント間コミュニケーションを考慮した避難誘導シミュレーション, *Joint Agent Workshop and Symposium (JAWS2011)*, (Oct. 2011).
- [2] Nathan R. Sturtevant, Vadim Bulitko, Yngvi Björnsson: On learning in agent-centered search. *Autonomous Agents and MultiAgent Systems (AAMAS2010)*, pp. 333-340, (May 2010).