

Scenargie を用いた ユーザ行動のシミュレーション

前野 誉[†] 金田 茂[†] 鎌倉 昭浩[†] 高井 峰生^{††}

システム性能をユーザレベルのサービス品質として評価するためには、ユーザの効用を定量化することが重要である。また、ユーザの通信行動や移動、心理といったユーザの行動自体を適切にモデル化することが求められる。本稿では、統合シミュレーションフレームワーク Scenargie 上に新規開発したユーザ行動モデルについて述べる。開発したモデルは、Scenargie のマルチエージェントシミュレーション機能を用いて実現した。本デモンストレーションでは、周囲のユーザの密度など周辺環境に応じてユーザの行動が変化する様子をシミュレーションする。

Simulation of User Behaviors in Scenargie

Taka Maeno[†] Shigeru Kaneda[†] Akihiro Kamakura[†]
Mineo Takai^{††}

It is highly important to evaluate system performance as a function of user experience and/or satisfaction on the target system. It is therefore necessary to model user behaviors appropriately including communication activities and mobility, which are influenced by users' psychological mindsets. This paper describes user behavior models implemented in Scenargie. The implemented models are as part of multi-agent simulation capability in Scenargie to be able to simulate user behaviors. The demonstration will show Scenargie's capability of simulating user behaviors in response to various environmental changes such as the density of surrounding users.

1. はじめに

システム性能をユーザレベルのサービス品質として評価するためには、ユーザの効用を定量化することが重要である。また、ユーザの移動や通信行動、心理といったユ

ーザの行動自体を適切にモデル化してシミュレーションすることが求められる。ユーザ行動をシミュレーション評価する手法としては、マルチエージェントシミュレーションが広く利用されており[1], NetLogo[2], artisoc[3]など商用や非商用の複数のシミュレータが存在する。マルチエージェントシミュレーションでは、ユーザを含め様々なオブジェクトをエージェントとみなして、エージェントの相互作用の結果が系全体としてどのような振る舞いになるかを観察することができる。

我々は、統合シミュレーションフレームワーク Scenargie[4]上に、マルチエージェントシミュレーション機能を新たに開発し、ユーザ行動のモデル化を試みた。Scenargie は、建物や道路といった GIS(Geographical Information System)を取り扱う仕組みが充実しており、また、IEEE802.11 や LTE(Long Term Evolution)などの通信システムモデルがモジュールとして提供されている。これらの機能とマルチエージェントシミュレーションの機能を組み合わせることで、より現実的な通信システムのシミュレーションや実環境を想定したユーザ行動のシミュレーションを実現する環境の構築を行った。

2. マルチエージェントシミュレーション機能

Scenargie 上に実装したマルチエージェントシミュレーション機能の概念を図1に示す。本機能では、人(ユーザ)をエージェントとして定義し各エージェントに行動ルールを与え、エージェント単位でのシミュレーション評価を実現している。また、タイムステップ毎に、他のエージェントとの相互作用を考慮することで、ユーザの行動や心理状態を変化させる。具体的には、各エージェントは属性や嗜好、心理状態などを保持しており、周囲のエージェントの状況など環境に応じて個々のエージェントの目的に合わせた行動を行う。例えば、車に乗って移動するエージェントは、他の車と一定の距離を保ちながら移動する。あるいは、他のエージェントによって道路の渋滞が発生していた場合には、経路の変更を行う。

開発した機能はタイムステップ毎にエージェント間の行動の同期をとることでエージェント間の相互作用を実現している。タイムステップは、任意のシミュレーション時間を定義することが可能である。一方、通信システムのシミュレーションなどマルチエージェント以外はナノ秒スケールのイベント処理を離散的に処理することで、高い精度で高速なシミュレーションを行うことが可能である。

[†] 株式会社スペースタイムエンジニアリング
Space-Time Engineering Japan, Inc.

^{††} 早稲田大学/カリフォルニア大学ロサンゼルス校
Waseda University/University of California, Los Angeles

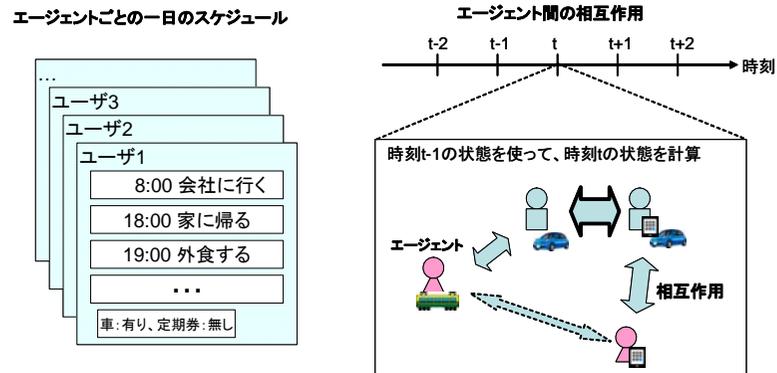


図 1 マルチエージェントシミュレーション機能の概念

マルチエージェントシミュレーションを実現する各機能は Scenargie の API として提供される。エージェントの行動を制御する API として、各ユーザの行動ルールの設定、ルート検索機能、各ユーザの属性や嗜好を設定する機能などがある。さらに、OpenStreetMap[5]や Shape 形式の地図情報を利用することが可能であり、現実の地図情報にもとづいた評価が可能である。また、道路の通行規制や車両の乗車人数などを考慮した評価も可能である。各エージェント単位でシミュレーションを行うことで、数 m 四方の局所的なエリアを高精度で評価可能である一方、数 10km 四方の広域エリアにおいても数万ユーザ規模のシミュレーションを実時間以上の実行性能で行うことが可能である。

3. 動的なユーザモビリティのシミュレーション

前節で述べたマルチエージェントシミュレーション機能を用いたシミュレーション例として、動的なユーザモビリティのシミュレーションについて述べる。ユーザは環境の変化に応じて動的に経路や移動手段を変えることが可能である。行動変化の判断は、目的地への到着時刻、交通機関の遅延、運賃、混雑度といった様々な要素を考慮することが可能である。また、行動変化のパターンとしては、以下のようなケースが考えられる。

- 車で移動する際に渋滞に遭遇したので別の道路を通る (図 2)
- 交通網の遅れにより目的地への到着時刻が遅れそうなので、別の路線または交通機関を利用する



図 2 混雑状況に応じた経路の変更

- 通行を予定していた道路が工事のため通行止めになっているので、他の経路を使う
 - 長時間歩いて疲れたのでタクシーを利用する
 - 混んでいる電車に乗るのを避けて次の電車を待つ
- このような行動変化をシミュレーションが可能であり、より現実に近い形のユーザ行動の評価が可能である。

4. おわりに

本稿では、統合シミュレーションフレームワーク Scenargie 上に開発したマルチエージェントシミュレーション機能について述べた。本機能は、Scenargie の持つ高い拡張性や実行性能、GIS との親和性などの相乗効果により、現実的なユーザ行動のシミュレーションを容易にかつ大規模に行えることを示した。本機能は、交通機関の渋滞緩和や路線スケジュールの調整といった交通計画、道路、建築物、路線の整備などの都市計画、無線通信システムによるユーザの満足度の評価といったものに利用可能である。今後は、ユーザ行動のモデル化をさらに柔軟かつ容易に行える仕組みを実現することを検討している。

参考文献

- 1) M. Balmer, N. Cetin, K. Nagel, and B. Raney, "Towards truly agent-based traffic and mobility simulations", AAMAS'04, Proc. Third International Joint Conference on Autonomous Agents and Multiagent Systems, pp.60-67, IEEE Computer Society, Washington DC, USA, 2004.
- 2) NetLogo, <http://ccl.northwestern.edu/netlogo/>
- 3) artisoc, <http://mas.kke.co.jp/>
- 4) Scenargie, <http://www.spacetime-eng.com/>
- 5) OpenStreetMap, <http://www.openstreetmap.org/>