

# Development of an Evolutionary Agent-based Network Simulator 進化型エージェントに基づくネットワークシミュレータの開発

## 1. 背景

現在、コンピュータネットワークの大規模複雑化が急速に進んでいる。P2P やセンサネットワークといった近年のネットワークには、数百万単位の規模で多種多様な計算・通信能力をもつコンピュータが接続することもある。また、これらのコンピュータがネットワークへの接続と離脱を繰り返すことにより、ネットワークの構成がダイナミックに変化する。今後のネットワーク(あるいはネットワークサービス)は、このような環境に対応していくために、拡張性、適応性、ロバスト性といった機能や特性をもつことが要求される。更に、ネットワークに自律性をもたせて、人的要素を排除し、管理運用コストを削減することが望ましい。

上で述べた、拡張性・適応性・ロバスト性・自律性などを備えたネットワークを実現する有効な方法は、自律エージェントを使ってネットワークを設計することである。そこで、本プロジェクトでは、このような設計手法を容易に検証できるシミュレータを開発した。本プロジェクトで開発したシミュレータでは、エージェントを用いてネットワークを設計したり、その挙動を様々なネットワーク環境で検証できる。これにより、エージェントを用いた設計方法が一般の人々やネットワークの設計・管理者に普及すること、更に長期的には、ネットワークソリューションや製品開発につながり、先進的な次世代 IT 基盤技術の実現が期待できる。

## 2. 目的

本プロジェクトでは、自律ネットワークの設計開発を支援できるシミュレータを設計することを目標とした。シミュレータのスケラビリティを向上させるために、ネットワークを適度な詳細度で設計した。拡張性を向上させるために、モジュール構造に基づいてシミュレータを設計した。更に、ユーザビリティを向上させるために、第 3 者に実際に利用してもらった。第 3 者から得たコメントを基に、不足している機能を追加したり、GUI の利便性を向上させた。

## 3. 開発の内容

本プロジェクトで開発したシミュレータの特徴は以下の通りである。

- 優れたスケラビリティー大規模ネットワークのシミュレーションが可能(自律エージェントの数 100 万、ネットワークのノード数 1 万まで動作確認済み)
- 優れた拡張性ーシミュレータがモジュール構造に基づいて設計されており、第 3 者による機能拡張が容易(図1)
- 優れたユーザビリティーユーザフレンドリで利便性の高いGUIを具備(図2)

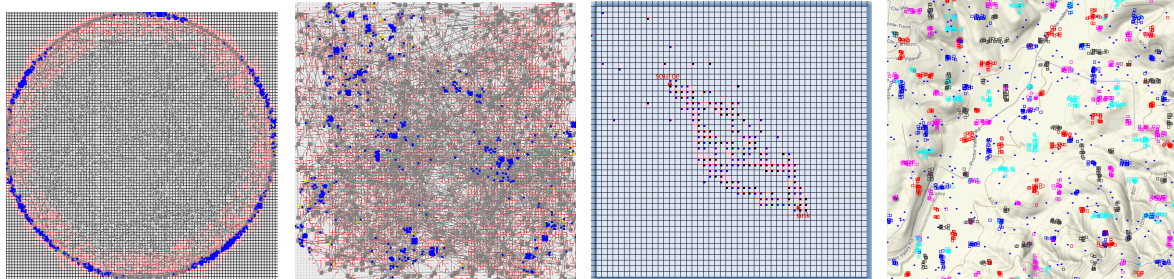
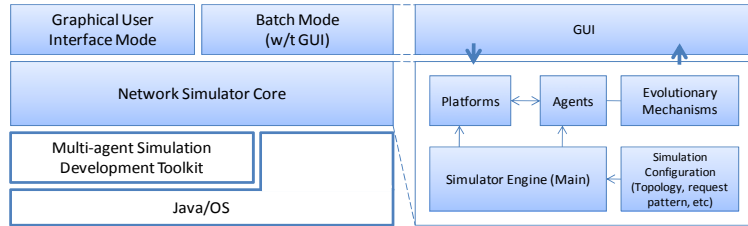
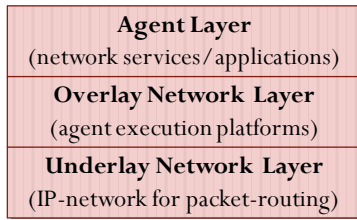


図1 シミュレータの設計(上段)と実行例(下段)

## ネットワーク・シミュレーション実行例

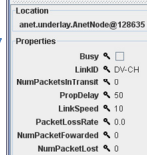
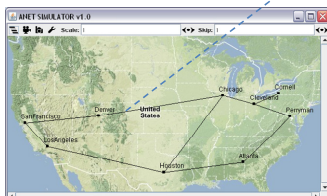
### 1. ネットワーク環境の設定



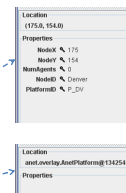
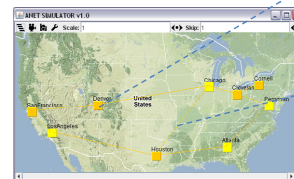
### 2. 物理ネットワークの設計 (ノードとリンクの配置、ルーティングテーブルの構築など)



### リンク設計 (リンク速度、パケットロス率、など)



### 3. 論理ネットワークの設計 (オーバーレイ・プラットフォームの構築と仮想リンクの設定)

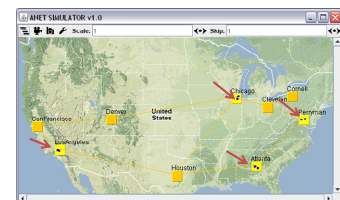


### 4. ネットワーク・サービスエージェントの設計と配置

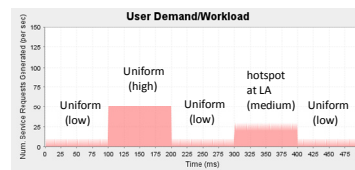
```

AnetAgent
provideService(){
// provide an application
dependent service
}
makeDecision(){
// called every sim step
// no action
return;
}

```



### 5. ユーザ・サービス要求バタンの設定



### 6. シミュレーション実行

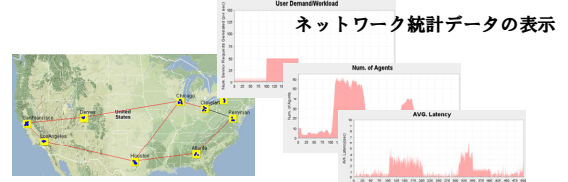


図2 シミュレーション実行手順

## 4. 従来の技術(または機能)との相違

本プロジェクトで開発したシミュレータでは、ノード数 1 万の大規模なネットワーク上で 100

万のエージェントの挙動を検証できる。ネットワークノード数に関するスケーラビリティに関しては、既存の P2P シミュレータと同等と言える。また、シミュレーションの実行速度に関しては、一般のパーソナルコンピュータを用いても大規模なシミュレーションを実行できることを確認している(図3)。更に、本プロジェクトで開発したシミュレーション開発用 API を利用すると、図1に示したようなネットワークシミュレーションを非常に短時間(～4時間)で開発できる。

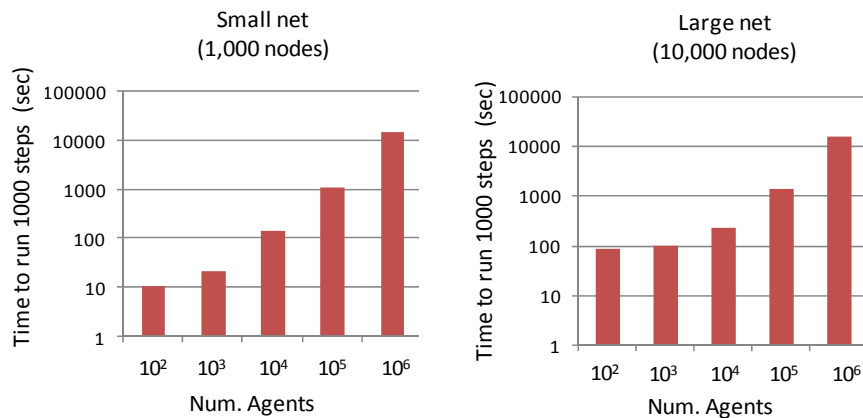


図3 シミュレーション実行速度

## 5. 期待される効果

エージェントを用いたネットワークの設計手法が一般の人々やネットワークの管理者に普及すること、更に長期的には、ネットワークソリューションや製品開発につながり、先進的な次世代 IT 基盤技術の実現が期待できる。

## 6. 普及(または活用)の見通し

本プロジェクトで開発したシミュレータは、いくつかの研究グループに実際に利用して頂いた。また、成果の一部を 2009 年度に開催された国際会議(IEEE GLOBECOM)において発表して頂いた[1]。今後本シミュレータを更に普及させるため、現在一般公開の準備を進めている。

[1] S. Balasubramaniam, et. al., “Adaptive Dynamic Routing Supporting Service Management for Future Internet,” in *Proc. IEEE GLOBECOM*, Dec, 2009.

## 7. 開発者名(所属)

中野 賢 (大阪大学)