

# モデル作成者の意図の伝達を支援する 協調学習型電気工学用シミュレータの開発

## Development of a Collaborative Simulator to transfer Author's Intention of Simulation Model in Electrical Engineering

劉 飛龍，一宮 章訓，植田 孝夫

Feilong LIU, Akinori ICHIMIYA, Takao UEDA

北見工業大学電気電子工学科

Department of Electrical and Electronic Engineering, Kitami Institute of Technology

Email: ueda@sys.elec.kitami-it.ac.jp

**あらまし:** 電気工学分野で回路シミュレータは教育・研究のために重要である。筆者らは理解支援のためのネットワーク型電力システムシミュレータ OpenSim を検討している。今回、シミュレーション・モデルの共有化において、他者が作成したモデルを利用する状況ではその作成過程がわかると作成者の意図が読み取りやすいという点に着目して、モデル作成過程の記録・再生とこれを共有化する方法について検討した。

**キーワード:** シミュレータ，意図伝達，モデル共有，協調学習支援

### 1. はじめに

筆者らは高等教育機関や企業内での電力システム教育訓練を目的としたネットワーク型シミュレータ OpenSim について検討している<sup>(1~4)</sup>。ここでは解析過程で得られた知識（モデルやコメント）をユーザー間で共有し、他者やコミュニティへの貢献を支援する。しかし、共有化されたモデルを「使う側」から見ると、その作成意図が見えない問題があった。

そこで本稿ではモデル作成過程を記録・再現する環境を提供することで、モデル作成者の意図を他者に伝達する方法について検討する。

### 2. システムの概要

本システムはJava Web Start(JWS)<sup>(5,6)</sup>をベースにしたビジュアル・シミュレータで、JWSによってインターネットを介してアプリケーションをクライアントPCに配信してデスクトップ上に自動起動する構成である。その起動画面例を図1に示す。

シミュレーション操作では、まず発電所や母線などの電力システムの構成要素（部品）を生成・接続し、内部パラメータ設定してモデルを完成させる。その後シミュレーションを行い、対象の振る舞いや電気現象を分析する。また、作成モデルを他者に公開してモデルの共有化を図ることができる。電力システムのモデリングは基本的にはノードとブランチからなるネットワークとして構造化され、またモデルはオブジェクトとして部品化されている。

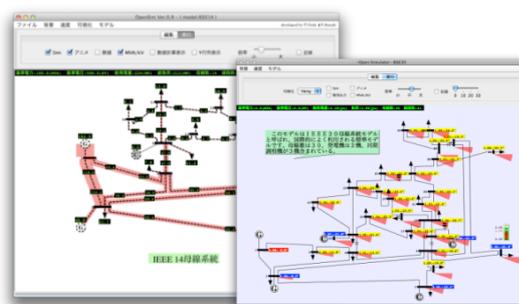


図1 画面例

### 3. モデル作成過程の記録と再生

シミュレーション・モデルの作成過程を記録・再生する方法として2つ考えられる。1つは作成過程をスナップショット画像として記録・再生する方法である。JavaのRobotクラスの利用が考えられるが、相当の情報量になることが予想される。

もう1つは今回検討した部品オブジェクト毎に作業履歴を記録していく方法である。これは荒く不規則間隔でスナップショットを取ることに相当するが、オブジェクトそのものを操作するので、過去の作業ステップに戻ってオブジェクト追加などのモデル変更が可能になる利点がある。

#### 3.1 モデル作成過程の基本操作

シミュレーション・モデル完成までの基本操作は部品の生成・配置・接続と内部パラメータの設定からなる。ここでは前半のモデル接続までの過程を記録することを検討する。図2にモデル作成過程の様

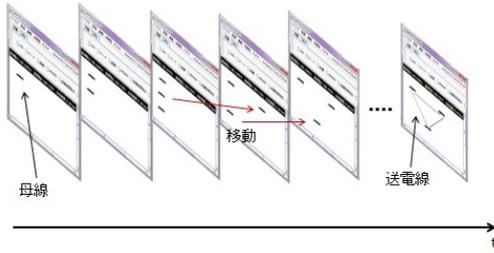


図2 モデル作成過程の基本操作

子を示す。母線を生成し、これを移動して適当な位置に配置しレイアウトを決めて、最後に送電線で母線同士を接続する操作となっている。

### 3.2 モデル作成過程の記録

モデル作成過程の記録は各過程で時刻と画面上の部品オブジェクトの位置を記録し、これを部品毎に管理する。部品には画面上の移動履歴が保存されることになる。この記録に用いるオブジェクト Tpoint(Tp)を図3に示す。Tpには時刻、座標、対象となる部品オブジェクトが記録される。

図4にモデル作成過程で1つの部品オブジェクトに着目した操作(生成や移動, 削除)の履歴例を示す。ここでは、まず時刻 $t_1$ でオブジェクトを生成し、その後時刻 $t_1 \rightarrow t_2$ ,  $t_2 \rightarrow t_3$ で移動を行い、最後に時刻 $t_4$ でオブジェクトを削除したことを表している。この場合、操作履歴は4点で離散的に記録されたことになる。

### 3.3 モデル作成過程の再生

作成過程の再生は前節で述べたTp情報を元に任意の時刻 $t$ を指定して再生するものである。ただし、

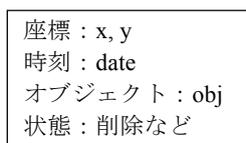


図3 Tpointオブジェクト

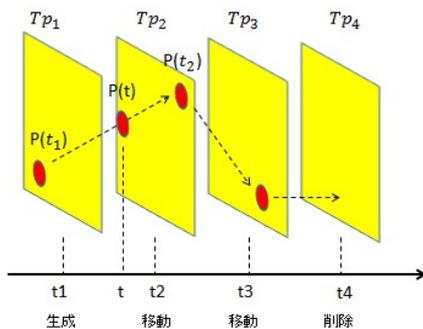


図4 モデル操作の履歴

操作記録は離散的に記録しているなのでその間の位置、例えば時刻 $t_1$ と $t_2$ の間の時刻については、式(1)で線形補間してオブジェクトの位置 $P(t)$ を求めて再生する。なお、生成前と削除後は再生対象外である。

$$P(t) = a \cdot P(t_1) + (1 - a)P(t_2) \quad (1)$$

ここで、 $a = \frac{t_2 - t}{t_2 - t_1}$

## 4. 作成過程の再生機能の実装と共有化の検討

モデル作成過程の再生は、モデルを構成する各オブジェクトの作成開始時刻と終了時刻から経過時間を抽出して、例えば0.1秒間隔で再生できるスライダを用意して行うことを検討している。

また、モデル作成履歴の共有化については、モデル共有化で用いているJavaのシリアライズを利用する。すなわち、モデル作成履歴を保存している部品オブジェクト(ノード)を、モデル共有化と同様の枠組みでサーバに転送して共有化を図る。

## 5. おわりに

本稿では筆者らが開発しているネットワーク型シミュレータOpenSimの協調学習支援の1つとして、シミュレーション・モデル作成過程を記録・再生する方法とその共有化について検討した。

今後はこれらの機能を実装し、その効果について評価・検討する予定である。

### 参考文献

- (1) 劉, 一宮, 植田: “グループワーク支援のための仮想実験システム(4)”, 平成23年度電気・情報関係学会北海道支部連合大会, No.185 (2011)
- (2) 劉, 植田: “アニメーション効果を利用したビジュアルインタフェースの検討”, 平成23年PCカンファレンス北海道, No.00002 (2011)
- (3) 鈴木, 植田: “グループワーク支援を指向した遠隔仮想実験システムの開発と実践”, 教育システム情報学会第35回全国大会, pp.79-80 (2010)
- (4) 一宮, 植田: “進捗状況のグループ内共有による協同学習支援の検討”, 第60回日本工学教育研究講演会, No.5-107 (2012)
- (5) Joshua Bloch: “Effective Java”, Pearson (1998)
- (6) William Grosso: “Java RMI”, O'Reilly (2002)