

## 異種シミュレータ連携による統合シミュレータ構築の検討 A Study on Integrated Simulator Composed of Heterogeneous Simulators

中村 慎吾† 井手口 哲夫† 田 学軍† 奥田 隆史†  
Shingo Nakamura Tetsuo Ideguchi Xuejun Tian Takashi Okuda

### 1. はじめに

ITS (Intelligent Transport Systems) とよばれる交通の安全性、効率性、利便性を高める研究において、システムの有効性を検証する際に実証実験に加えて、コスト面、安全面において優れており、様々な条件下で繰り返し試験が可能であることなどからコンピュータシミュレーションが用いられている。しかし、ITS は人、道路、車の一体的なシステムであることから、使用されるシミュレーションにはこれらの協調した動作を行う機能が求められる。

このような機能を実装するため、複数のシミュレーションシステムを連携させて1つの統合シミュレータとして用いる手法がとられている。車々間通信を用いた安全運転支援サービスにおいてはその有効性を検証する際に、電波伝搬シミュレータ、ネットワークシミュレータ、交通流シミュレータ、ITS アプリケーションシミュレータという異なる対象を取り扱うシミュレータを連携させて評価に用いられている。こうした異なるシミュレータを連携させる場合、ひとつのシミュレータシステムとして各機能要素を密に組み合わせる方式か、それぞれの機能要素を単体で動作させるシミュレータシステムを疎に組み合わせる方式のいずれかが用いられている。

本稿では、このような異種シミュレータを連携させて統合シミュレータを構築する際の連携方式について考え、その特徴について考察をおこなう。

### 2. 統合シミュレータ

#### 2.1 統合シミュレータにおける問題点

異なる複数のシミュレータを相互に連携、利用するに当たって個々のシミュレーション間のデータ形式やシミュレーション周期の違いが問題となる。これは、各シミュレータが個別の目的に応じて最適化されているため、これらの改良を行うためには既存シミュレータプログラムの大部分の改良が必要となる。ひとつのソフトウェアとして統合シミュレータを構築する密結合方式では、シミュレーション内部の入出力、時間制御等を変更する必要がある。一方で各要素シミュレータをネットワーク等で必要な情報をやりとりすることで連携させる疎結合方式では、要素シミュレータのシミュレーションプログラムの変更がない代わりに情報交換によるオーバーヘッドにより処理が遅くなるという問題があげられる [1]。

また、密結合による統合シミュレータ構築は全体をひとつのソフトウェアとして作成するために開発者が関連する要素シミュレーションの専門的な知識が必要とされるのに対して、疎結合方式では統合シミュレータの要素となるシミュレータ単体について単独で開発が可能であり、既存のシミュレータを利用することができるという

利点がある。

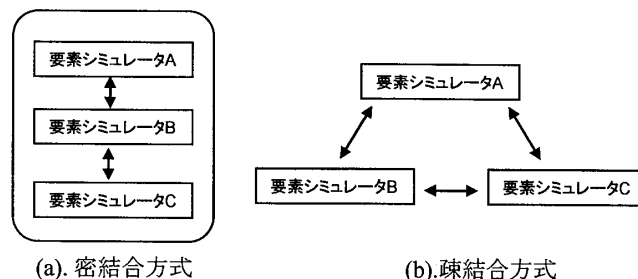


図1. 統合化方式

#### 2.2 分散シミュレータ統合技術

現在、国内で研究、開発がなされている分散シミュレータ統合技術に関連する技術として、HLA (High Level Architecture) [2][3]、DCOM (Distributed Component Object Model) [4]、CORBA (Common Object Request Broker Architecture) [5]などが挙げられる。

HLAとは、異種シミュレーションをネットワーク等で相互に接続するための仕様であり、米国のDMSO (Defense Modeling and Simulation Office) が提案したもので、IEEE1516としてIEEE標準となっている。HLAは、多種多様なシミュレーションシステムが利用される際の相互接続性とシステムの再利用性を高めることを目的としており、分散シミュレーションにおけるシミュレーション間のデータ交換やシミュレーション時刻の同期方式を共通化するための標準仕様として制定されている。

DCOMやCORBAはネットワーク上に分散配置されたコンピュータ間、あるいはプログラム同士を連携させる技術であり、Microsoft Windows等のOSで利用されている。これらはシミュレーションの連携、統合のための技術ではなく、時刻同期管理等の機能が実装されていない。

### 3. ITSにおける異種シミュレータの連携

本章ではITSにおける研究分野のうち、通信を利用したITS安全運転支援システムの検証に用いる統合シミュレータについて述べる。

#### 3.1 要素シミュレータ

通信を利用したITSアプリケーションの有効性や通信の成立条件等を検証するために安全運転支援システム用統合シミュレータには各時刻において車両位置を算出する交通流シミュレータ、通信による情報伝達の可否を算出するネットワークシミュレータ、送受信機間において通信可能性を判定する電波伝搬シミュレータ、安全運転の支援情報提供などをおこなうITSアプリケーションのシミュレータを組み合わせることが必要とされている。

† 愛知県立大学大学院情報科学研究科

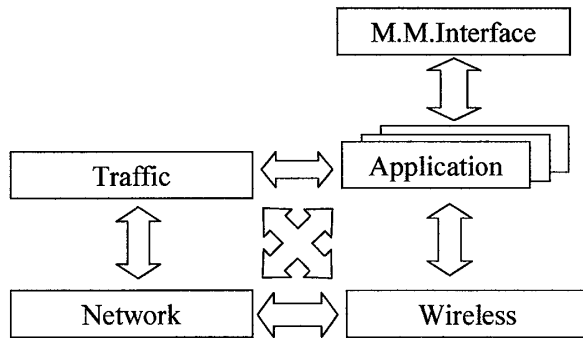


図2. 統合シミュレーションの機能構成

3.2 統合方式の検討と比較

各シミュレーション間での交換されるシミュレーション結果データをそのダイナミック性で分類すると以下のように挙げる事ができる。

- ・統計モデルによる性能特性結果
- ・限定条件に基づくシミュレーション結果
- ・可変条件下でのシミュレーション結果

ここで、統計モデルとは数学的な解析手法に基づき算出するモデルを指し、可変状況下でのシミュレーションとは各要素シミュレータの状態が変更される毎にシミュレーションを行うことを指す。限定条件に基づくシミュレーション結果とはある特定状況下におけるシミュレーションをバッチ処理であらかじめ収集しておくものである。

ここでは上記の各方式について、同期性、シミュレーション時間、シミュレーション精度、適応領域、実装難度を評価項目とし、各項目について定性的に比較したものを表1にまとめる。

まず、統計モデルを利用した場合の特徴としてシミュレーション速度が高速であるという点が挙げられる。これにより大規模なシミュレーション環境への適応が期待されるが、一般的にノード数が増加するにしたがってシミュレーション精度が低下する傾向がみられ、また、統計データを求める前提条件が限定的であるなど現在では課題が多く残っている[6]。

次に可変条件下でのシミュレーション結果について述べる。本方式がITS統合シミュレータ開発において現在多く用いられている方式である。各要素シミュレーションが状態変化毎にシミュレーションを行い、結果を相互に交換するため非常にシミュレーション精度が高くなる一方で、各要素シミュレーション間でデータの受け渡しを行う際に、各要素間でのシミュレーション周期の関係から上位層にあたるITSシミュレーションでのシミュレーション実行頻度と通信系シミュレーション実行頻度に関係があり、シミュレーション時間が多くかかってしまう。

最後に限定条件に基づくシミュレーション結果を用いる方法では、状態変化毎にシミュレーションを行う場合と比べシミュレーション時間の短縮を図ることが期待できる。しかし、シミュレーション精度についてはあらかじめ収集するデータ量に左右されることが考えられ、今後どの程度のデータ量を算出するのか検討を行う必要がある。

表1. 各方式における特徴

	統計モデル	限定条件に基づくシミュレーション結果	可変状況下でのシミュレーション結果
同期性	非常に限定的でほとんど関連性を持たない	特定条件下でのみ関連性あり	各要素シミュレータ間で密接に関連
シミュレーション時間	シミュレーション規模にほとんど影響されず非常に高速	他要素シミュレータに影響されず、シミュレーション規模に比例して増加	各要素間でデータ交換を行うため小規模なシミュレーションでも時間がかかる
シミュレーション精度	限定的条件下のみ、シミュレーション環境によっては実環境との乖離がある	特定条件下については高い精度、複数条件のあるシミュレーション条件では精度が落ちる	実環境に最も近い環境再現により非常に高い精度の実現が可能
適応領域	特定条件下における通信特性の検証	中規模における情報収集・配信やアプリケーション要件の検証	危険時緊急停車などを取り扱うシステムや隊列走行など
実装難度	容易に実装することが可能	要素間でのデータ受け渡し機構を設定する必要がある	開発者がシミュレータの専門知識が必要とされるため、実装難度が高い

4. まとめ

本稿では異なるシミュレーションを連携させて統合シミュレータを構築する際の連携方式について述べ、それらの特徴を比較、検討をおこなった。今後は定量的評価を行うため、限定条件に基づくシミュレーション結果を用いる方法について検討を行う予定である。

謝辞

本研究の一部は、平成22年度文部科学省科学研究費補助金基盤研究(B)(20300030)の支援を受けて行った。

参考文献

- [1]. 疋田 敏朗, 高橋 幹, 吉岡 顕, 「ITS通信システム評価統合シミュレータの設計と開発」, 情報処理学会第50回プログラミング・シンポジウム, 2009-1
- [2]. 古市 昌一, 和泉 秀幸, 「分散シミュレーションのための統合基盤アーキテクチャ HLA の紹介」, 情報処理41(12), 1382-1386, 2000-12
- [3]. 飯田 進史, 五十嵐 孝浩, 高木 茂知, 「分散シミュレーション統合技術を適用した水害危機管理行動支援システムに関する一考察」, 河川技術論文集, 第9巻, 2003-6
- [4]. Microsoft COM Technologies, <http://www.microsoft.com/com/default.aspx>
- [5]. 成田 雅彦 他著, 「CORBAとJava分散オブジェクト技術」, 株式会社ソフト・リサーチ・センター
- [6]. 中村 慎吾, 井手口 哲夫, 田 学軍, 奥田 隆史, 「車々間通信を利用した運転支援システムの評価シミュレータの構築」, 第72回情報処理全国大会, 2010-3