

離散事象シミュレーションの並列分散処理における 出力統計処理についての一考察

6D-6

島村 英

日高 宗一郎

相田 仁

齊藤 忠夫

東京大学工学系研究科

1 はじめに

離散事象シミュレーションは、計算機システムや通信システムの設計、評価に欠かせないが、それらのシステムの大規模化につれその実行時間は大きなものになっている。そこでモデルの並列実行により高速化を図る研究が行われており、汎用のライブラリも複数公開されている。しかしそれらは実行速度の向上を主眼とし、実際のシミュレーションでしばしば必要とされる収束判定やデバッグ目的での実行中の統計量の収集、解析について、ライブラリ側からのサポートは十分でないと思われる。そこで本研究では、分散して発生するデータの収集、解析を効率的に行う機構を実装する際に取り得るアプローチについて考察する。

2 実行時のデータ収集の必要性

通信系のシミュレーションにおいて平均遅延やパケット損失率などを求める場合のように、実行長が無限に近づくにつれて収束する指標の極限値を求める「定常状態シミュレーション」では、通常、信頼区間の計算を行い必要な精度を得た時点で実行を終了してその値を採用する。但し連続するサンプル間の相関を除くため、一定数サンプル毎の平均を用いて計算を行い、また初期状態の影響(warming up)を除くため、実行初期のサンプルは捨てられる。収束判定法としては、単純なものは予め決めた長さの実行を乱数系列を変えて多数行い、各実行での平均を用いる反復法があるが毎回warming upを考慮する必要がある。一方、一回の長い実行中で、あるサンプル数(バッチ)毎の平均を用いて収束判定を行うバッチ平均法があり、この場合warming upの切り捨ては一回でよいので、より早く実行を終了することが出来る。しかし、既存の並列シミュレーションライブラリは実行長を予め設定しておくものであり、分散して発生するデータを収集してバッチ平均法などの処理を行うモジュールは用意されていない。

また、デバッグ目的等で実行時にユーザが割り込みを掛けてより詳細なモデルの状態を出力させたい場合が考えられるが、そのためには統計処理を行うプロセスが各サブモデルに要求を送り、必要なデータを得る機構も望まれる。

3 収集すべき統計量

各サブモデルで発生するサンプルを統計処理プロセスに送信する場合、通信のコストを考え、ある程度まとめて送信する必要がある。バッチ平均の計算については必要なのはサンプルの平均であるので、各サブモデルは

A study on statistical issue of parallel discrete event simulations

Ei Shimamura, Soichiro Hidaka, Hitoshi Aida, Tadao Saito
Graduate School of Engineering, The University of Tokyo
7-3-1 Hongo, Bunkyo-ku, Tokyo 113, Japan

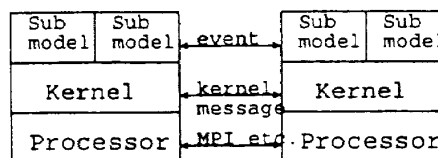


図 1: 並列離散事象シミュレーションのアーキテクチャ

一定の時間毎あるいはサンプル数毎の平均値を送信してやればよい。また、収束判定以外に分散や最小値、最大値の途中経過の出力が欲しい場合も考え、結局、{サンプルの和及び二乗和、サンプル数、最大値、最小値}の組を定期的に統計処理プロセスに送信することが妥当と思われる。

4 実装方式

図 4 に並列離散事象シミュレーションのアーキテクチャを示す。各サブモデルは互いにイベントを投げ合い、同期を取りながら実行を進める。シミュレーションカーネルが実際のイベントメッセージの送受信、同期を行う。各サブモデルと統計処理モジュール間の通信の実装にあたっては以下の3つのレベルが考えられる。

- イベントレベル：専用のイベントを定義し、イベントメッセージとして通信。
- カーネルレベル：ライブラリがイベントとは別に専用のメッセージタイプ及び通信用関数を用意。
- プロセスレベル：ユーザが独自に統計処理用の通信チャンネルを開いて通信を行う。

その他、サブモデル数が大きくなった場合には、統計処理プロセスを複数用意し、多段構成にすることも考えられる。

5 まとめ

本稿では、並列離散事象シミュレーションにおいて、収束判定等のために実行時に分散して発生する統計量を収集、解析するための機構の実装方式の可能性を考察した。今後は各々の方法での実装を試み実際の問題点を探っていく。

参考文献

- [1] A. Fercha, *Parallel and distributed simulation of discrete event simulation*, In A. Zomaya, ed, parallel and distributed computing handbook, chap. 35, pp 1003-1041, McGraw-Hill, 1996.
- [2] A.M. Law and W. D. Kelton, *Simulation modeling and analysis*, 2nd ed., McGraw-Hill, 1991.