

HLA をベースとした並列分散シミュレーションシステムの実現

1 P - 1

— eRTI 1.3 の性能評価 —

古市昌一[†], 和泉秀幸[†], 水野政治[†], 佐藤啓紀[‡], 尾崎敦夫[†], 高橋勝己[†]

[†]三菱電機（株）, [‡]三菱電機システムウェア（株）

1. はじめに

HLA (High Level Architecture) は、分散計算機環境上で多数の異機種シミュレータを統合するための、分散シミュレーション統合基盤アーキテクチャである。米国防総省下のモデリング&シミュレーションオフィス (DMSO) が 1995 年に提案 [1] し、SISO (Simulation Interoperability Standardization Organization) が中心となり、2000 年に IEEE 標準化するべく活動を行っている。

我々は、HLA をベースとした分散シミュレーションでは必須となるソフト RTI (Run Time Infrastructure) の実現と実用化のため、必要な要素技術の研究開発を行っている。本稿では、最新の HLA 仕様である 1.3 版に基づいて主要な機能を実現した eRTI 1.3 版の概要と性能評価結果を中心に述べる。

2. eRTI の概要

HLA は、図 1 に示すように、RTI をサーバ、シミュレータ (HLA ではフェデレートと呼ぶ) をクライアントとするソフトウェアアーキテクチャであり、次の 3 部の仕様から構成される [2]。1) 接続インタフェース仕様 (IEEE1516.1), 2) オブジェクトモデルテンプレート仕様 (IEEE1516.2), 3) HLA 規約 (IEEE1516.3)。標準化により、シミュレータの相互接続性が高まると共に、シミュレーションソフトの再利用が促進できることから、防衛に限らず多くの分野から期待されている技術である。

実行時に必要となるソフト RTI は、インタフェース仕

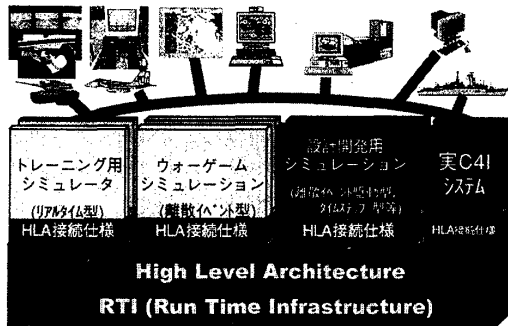


図 1 High Level Architecture

Design and Implementation of Parallel and Distributed Simulation System based on HLA: - Evaluation result of eRTI 1.3 -
M. Furuichi[†], H. Izumi[†], M. Mizuno[†], H. Satou, [‡] A. Ozaki[†],
K. Takahashi[†]

[†]Mitsubishi Electric Corp., [‡]Mitsubishi Electric Systemware Corp.

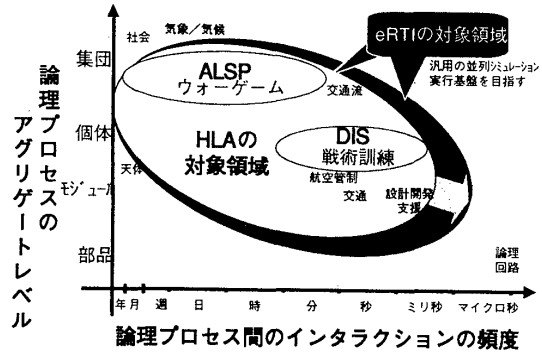


図 2 シミュレーション対象領域と eRTI

様に規定された API (C++, Ada, Java) に基づいて動作するサーバソフトで、各社独自の方式で実現し提供可能である。標準化に先立ち試作され利用されている RTI として、クライアントサーバ方式の集中型構成による DMSO の RTI 1.3v4 [3], 当社の eRTI [4,5,6,7] や、CORBA を利用した NEC の RTI [8] 等が知られている。

我々は、HLA を異機種シミュレータの接続基盤として利用するだけでなく、汎用の並列シミュレーション実行基盤として利用可能とすべく、高速で台数拡張性の高い RTI の実現を目指して要素技術の開発を行っている (図 2)。これまでに eRTI (以後 eRTI 1.0 と呼ぶ) を開発し、パーティクルプロトタイピング環境の実行基盤ソフトとして利用 [5] し、上位に並列分散協調型ウォーゲームシミュレーションを効率良く構築し実行するための環境 MARINE を開発 [6] した。続いて、HLA の最新仕様 1.3 版に準拠して主要な機能を実現した eRTI 1.3 [7] を開発した。

eRTI 1.3 では、HLA 仕様の拡張に伴う API の変更に対応した以外に、次の主要機能を拡張した。1) イベント駆動による時刻同期機能の導入、2) 非同期通信機能の導入、3) オブジェクトのオーナーシップ管理機能の導入 [7]。

3. 性能評価

3.1. 性能評価の目的と評価モデル

eRTI 1.3 の性能評価の第一の目的は、2 章で説明した機能拡張が、性能にどの程度影響があるかを確認することである。第二の目的は、現在最も利用されている DMSO の最新版である RTI 1.3v4 と比べて、性能面でどの程度差があるかを明確にすることである。

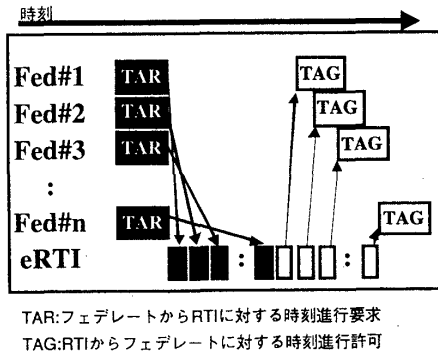


図 3 時刻同期の性能評価モデル -フェデレートと RTI 間のメッセージ送受信のタイムチャート -

そこで、今回は RTI として最もクリティカルな条件下での時刻同期の性能を計測することとした。すなわち、図 3 に示すように、2 個以上のフェデレートが、時刻同期を行うモード(Time regulated)で、時刻進行要求(TAR)を送信してから時刻進行許可(TAG)を受信するまでに要する時間を計測することとした。この条件は並列処理におけるバリア同期と等しく、RTI の基本性能を示す指標として妥当なもの我々は考える。

3.2. 実験環境

実験は、100M Ethernet ハブに接続した 2 台の SUN Ultra30 model 300 (300Mhz, 主記憶 256Mbytes)を用いた。一方に eRTI サーバソフト、他方にフェデレートを 1 個以上起動し、3.1 節に示した評価モデルの実行プログラムを、多数繰り返し実行して得た計測結果の平均を計測結果とした。なお、本実験環境上で TCP/IP ソケットを用いた場合の往復通信レイテンシ (小パケットの一往復通信に要する時間) は約 250 μ 秒である。

3.3. 実験結果

図 4 に計測結果を示す。eRTI1.0 と eRTI1.3 は本実験環境上で接続できたそれぞれ最大 205 個と 507 個のフェデレート数までの場合を計測した。DMSO-RTI 1.3v4 は、パラメタにより制限のある 32 個までの場合を計測した。eRTI1.0 において、フェデレート数が 1~8 の場合にはそれぞれ約 10 ミリ秒要しているが、これはフェデレート側の通信部分の改良により、eRTI1.3 では最小化されたことがわかる。また、時刻同期と非同期通信機能等の導入による性能低下は、フェデレート数が 32 個以上 128 個以下の場合に現れることがわかった。その差は、32 個の場合に約 5.6 ミリ秒 (同期性能は 28.6 ミリ秒)、128 個の場合に約 11.6 ミリ秒 (同期性能は 130.1 ミリ秒) である。一方 DMSO-RTI1.3v4 は、今回の実験条件下ではフェデレート数が 2 個以上の場合、eRTI 1.3 と比べて性能面で

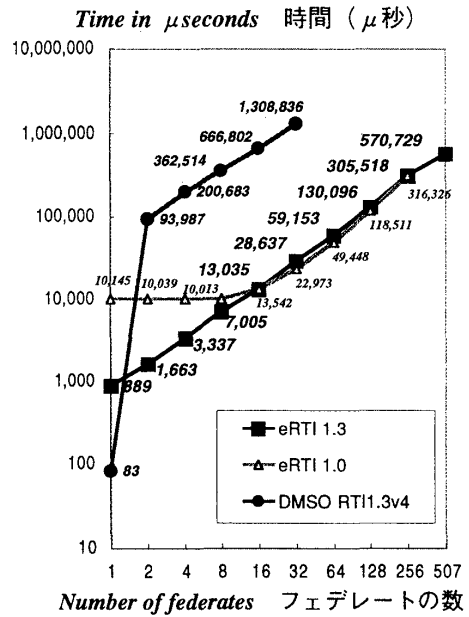


図 4 時刻同期の性能

劣ることがわかった。

4. まとめ

本性能評価により、eRTI 1.0 と比較して eRTI1.3 における機能拡張による性能の低下は、フェデレートの数が 32 個以上 128 個以下の場合に現れることがわかった。また、DMSO-RTI 1.3v4 と比べると、今回の実験条件下では eRTI1.3 が性能と台数拡張性の面で優れていることがわかった。今後の課題は、様々な条件下における性能評価を実施することと、ソフトウェア構成の分散化とマルチキャストプロトコルの導入により、更に高速化と台数拡張性を高めることである。

参考文献

- [1] Department of Defense: High Level Architecture Interface Specification Version 1.3, 1998.2.
- [2] SISO: HLA Standard Development homepage, <http://www.sisostds.org/stddev/hla/index.htm>
- [3] DMSO Software distribution homepage, http://www.dmsomil.com/RTISUP/hla_soft/hla_soft.htm
- [4] M. Furuichi et al.: Performance Evaluation Model of HLA-RTI and Evaluation Result of eRTI, In Proc. of the Fall Simulation Interoperability Workshop, 1997.9.
- [5] 古市昌一他: DIS システムの試作, 第 54 回情報処理学会全国大会, 5N-01, 1997.3.
- [6] 古市昌一他: 並列分散協調型ウォーゲームシミュレーション構築環境の実現と評価, 並列処理シンポジウム JSP'98, pp. 103-110, 1998.6.
- [7] 和泉秀幸他: HLA をベースとした並列分散シミュレーションシステムの実現 - eRTI 1.3 の実現方式概要-, 第 57 回情報処理学会全国大会, 4G-02, 1998.9.
- [8] 服部吉洋他: CORBA を利用した分散協調型シミュレーション基盤, オブジェクト指向'97 シンポジウム, pp.3-10, 1997.