

HLA 並列分散シミュレーションシステムの実現 —リライアブルマルチキャストによるデータ配信機能の実装と評価—

渡部修介

古市昌一

三菱電機(株)情報技術総合研究所

1. はじめに

High Level Architecture(以下, HLA と略す)[1]は, 分散計算機環境において多数の異機種シミュレータを統合する, 分散シミュレーション統合基盤である. 米国防総省下の Defence Modeling & Simulation Office(DMSO)が 1995 年に提案し, Simulation Interoperability Standardization Organization (SISO)が中心となって 2000 年 10 月に IEEE 1516 として標準化がなされた.

我々は, HLA 分散シミュレーションの実行基盤ソフトウェアである HLA Run-Time Infrastructure (RTI)の実現と実用化を目指した研究開発を行っており, これまでに「eRTI:experimental RTI」[2][3]を開発し性能評価報告[4]などを行っている. 本稿では, シミュレータ間データ配信機能のスケラビリティ向上を目的に, リライアブルマルチキャスト通信を適用した eRTI-II の実現方式と評価結果について報告する.

2. RTI によるデータ配信機能

HLA 分散シミュレーションでは, シミュレータ (HLA ではフェデレートと呼ぶ)間の全データ配信は RTI が管理することが規定されている(Fig.1). eRTI は, フェデレートをクライアント(C), RTI 機能をサーバ(S)とし, その間を TCP/IP ユニキャスト通信によって接続した C/S 型アーキテクチャにより実現した. 一般的に C/S 型アーキテクチャの欠点としては, C からのアクセス数増加に対するスケラビリティの悪化を挙げることができる. 我々は現在, S 機能の一部を C 側に実装し, スケラビリティの向上を目指した eRTI-II の検討を行っており, その一環としてユニキャスト通信による受信ノード数分の遅延に着目し, TCP/IP と同等のリライアビリティと, スケラビリティの向上とを両立可能と思われるリライアブルマルチキャスト通信の適用方式を検討し, プロトタイプ実装と評価を行った.

3. リライアブルマルチキャスト・プロトコル

近年, システム規模や利用するネットワーク構成などに応じて性能特性が異なる様々なリライアブルマルチキャスト通信プロトコルが多数提案されている. RTI の様に汎用性を求められる基盤ソフトウェアでは, それら様々な選択肢の中から単一の通信プロトコル

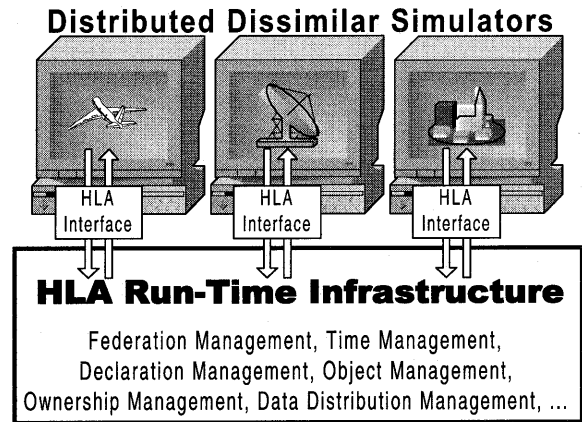


Fig.1: HLA 分散シミュレーション

を選択するには様々な判断基準が必要であるが, 今回はソースが無償で公開され比較的入手が容易であった「RMF:Reliable Multicast Framework」と, RMF上に実装された「RAMP:Reliable Adaptive Multicast Protocol」の実装ライブラリを利用することとした[5]. RMF-RAMPに関しては, 単一セグメントに限定される小規模ネットワーク上で Latency, Throughput の性能計測を実施し, TCP/IP と比較して十分なスケラビリティを得られる点を既に確認済みである[6].

4. eRTI-II プロトタイプの実装方式

eRTI は, 時刻付きデータ配信に対応した Time Stamp Ordered(TSO)メッセージキューと, 到着順データ配信に対応した Receive Ordered(RO)メッセージキューの 2 本のデータ配信用のメッセージキューを RTI サーバ上に実装している. データ送信フェデレート(Updater)は, HLA Application Program Interface (API)である Update Attribute Values(UAV) API により, TSO/RO メッセージを RTI サーバに送信し, 個々のデータ受信フェデレート(Receiver)に対応する TSO/RO メッセージキューに一旦格納する. Receiver は, tick API により RTI サーバに対するポーリングを行い, Reflect Attribute Values(RAV) API により TSO/RO メッセージを受信する(Fig.2).

eRTI-II では, サーバ上での時刻順ソート処理が必要ない RO メッセージキューを Receiver 側に移動する(Fig.3). この変更により, tick によるポーリングと, RAV によるメッセージ受信がローカルに処理されることになり, RO メッセージ受信処理を高速化することができる. Updater からの UAV は RTI サーバが一旦仲介するが, 対応する Receiver が複数の場合にリラ

Implementation of Parallel and Distributed Simulation System based on HLA: Implementation and Evaluation of HLA Data Transfer with Reliable Multicast

S.Watanabe, M.Furuichi

Mitsubishi Electric Corporation

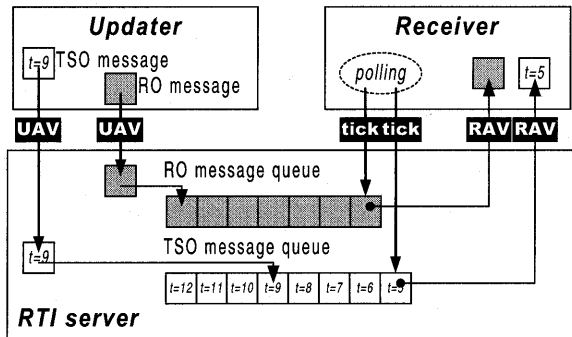


Fig.2: ユニキャスト通信を用いた eRTI の実現方式

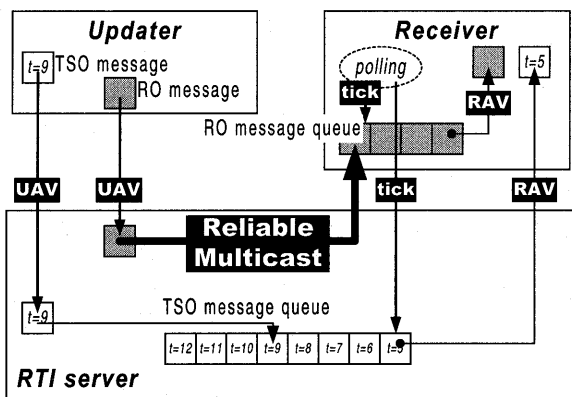


Fig.3: リライアブルマルチキャスト通信を用いた eRTI-II の実現方式

リアブルマルチキャスト通信を利用して RO メッセージを転送することにより、スケーラビリティを改善することができる。

5. 性能計測と評価

RTI サーバから Receiver へのリライアブルマルチキャスト送信処理に RAMP を、Receiver での受信処理に RMF の Universal Receiver を利用した eRTI-II プロトタイプを実装して性能計測を実施した。計測では、DMSO が配布するベンチマーク用フェデレートプログラムである **BmThruput** を利用した。計測は 9 台の PC (CPU: Celeron 533MHz, Mem: 64MBytes, OS: Linux 2.4.0-pre9) を利用し、1 台を RTI サーバに、残りを Sender と Receiver が 1:n ($1 \leq n \leq 7$) という構成で、データサイズを 64byte と 1024byte の場合について実施した。また、eRTI-1.3v4r12 (TCP/IP ユニキャスト通信を利用した版) による計測も実施して比較を行った。計測結果を Fig.4, 5 のグラフに示す。X 軸は Receiver 数、Y 軸には 1 秒あたりに Sender が実行できた UAV の回数である。

eRTI-II プロトタイプでは、マルチキャストの効果によって Receiver 数が増えても性能は一定となっており、当初の目標は実現することができた。しかし、Receiver 数が少ない場合の性能では 1.3v4r12 の方が勝っており、今後は通信プロトコルの使い分けなどの改良が必要と考えられる。

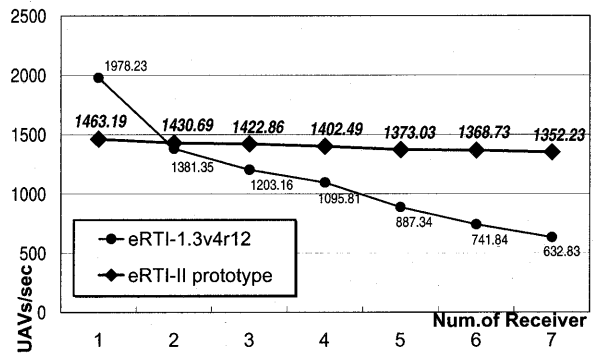


Fig.4: 64byte データ配信時の性能グラフ

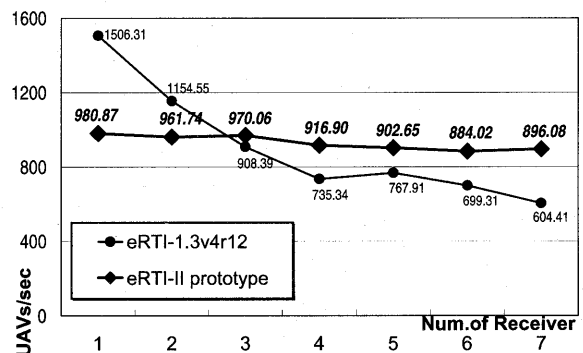


Fig.5: 1024byte データ配信時の性能グラフ

6. おわりに

本稿では、データ配信機能にリライアブルマルチキャスト通信を適用した RTI の実現方式と、性能評価結果について報告した。

参考文献

- [1] Department of Defence: High Level Architecture Interface Specification Version 1.3, 1998.2.
- [2] 水野政治 他: Distributed Interactive Simulation (DIS) システムの試作(2) - ランタイムインフラストラクチャの実装 -, 本会第 54 回全国大会, 5N-2, 1997.3.
- [3] 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 - eRTI1.3 の実現方式概要 -, 本会第 57 回全国大会, 4G-02, 1998.9.
- [4] 古市昌一 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 - eRTI1.3 の実現方式と性能評価 -, 日本シミュレーション学会第 18 回シミュレーション・テクノロジー・コンファレンス, pp.255-258, 1999.
- [5] Reliable Multicast Framework (RMF), <http://www.tascnets.com/mist/RMF/index.html>
- [6] 渡部修介 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 - リライアブルマルチキャストによるデータ配信機能の高速化 -, 本会第 61 回全国大会, 1E-2, 2000.9.