

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接続し, 分散シミュレーションシステムを構築するための, 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[1,2].

我々は, HLAをベースとした分散シミュレーションに不可欠な, 実行基盤ソフトウェアRTI (Run-Time Infrastructure)の実用化に必要な要素技術の研究開発を行っている. これまでに, RTIの実装法として集中型と分散型の実装による特性を明らかにし[4], 最新のHLA仕様である1.3版[2]に基づいて集中型の構成によりTCP/IPを用いて実現したeRTI 1.3版を開発し, 分散型の構成によりCORBAを用いて実現したDMSO-RTIとの性能比較を行った[5].

今後更なる性能向上を実現するためには, 集中型の構成のeRTI 1.3をベースに, 分散型により性能向上が見込める機能の分散型構成を実現すると共に, リライアブル・マルチキャストプロトコルの導入が必要である. そこで, 今回我々はHLAの主要な機能である時刻同期機能とデータ配信機能の高速化を目的とし, 分散型の構成を新たに取り入れたeRTI-IIの基本設計を行った. 本稿では, eRTI-IIの基本設計概要を述べる.

2. HLA 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, 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 IEEE 1516.1, <2> オブジェクトモデルテンプレート仕様 IEEE 1516.2, <3> HLA 規約 IEEE 1516.

実行時に必要となるソフトRTIは, インタフェース仕様に規定されたAPI (C++, Ada, Java) に基づい

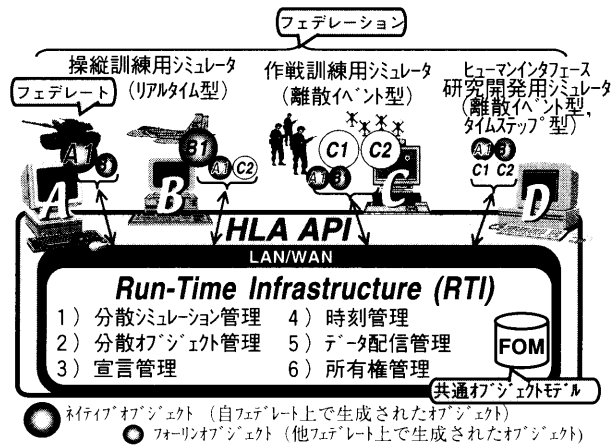


図1 High Level Architecture

て動作するソフトで, 実装方式に関しては規定されていない.

3. RTIの実装法概要

RTI設計時の選択肢として, 以下に示すようにソフトウェアの構成によるものと, 利用する通信インフラによるものがある.

●ソフトウェアの構成法

1) 集中型:

全体の実行制御と大域データの管理を行うサーバを設け, 各フェデレートはサーバとのみ通信を行う構成. 比較的小規模の分散シミュレーションでは効率良く実行できるが, サーバの処理がボトルネックとなるため, 大規模分散シミュレーションには適さない. eRTI 1.3に採用し基本性能データを取得済み.

2) 分散型:

各フェデレートと同じノード上にRTIの機能を司るローカルRTIコンポーネント(LRC)を設け, 大域データの管理と実行制御を全てのLRCが同じ処理を行うことにより, 大域データの管理と実行制御を全てのノードが協調して行う. サーバのボトルネックはないが, 効率の良い分散実行制御を実現するためには様々な工夫が必要である.

●通信インフラ

1) TCP/IP ユニキャスト

信頼性のある通信を保証する最も基本的な方式であり, eRTI 1.3では全ての通信に用いている. しかし, HLAのデータ交換においては同一データを複数

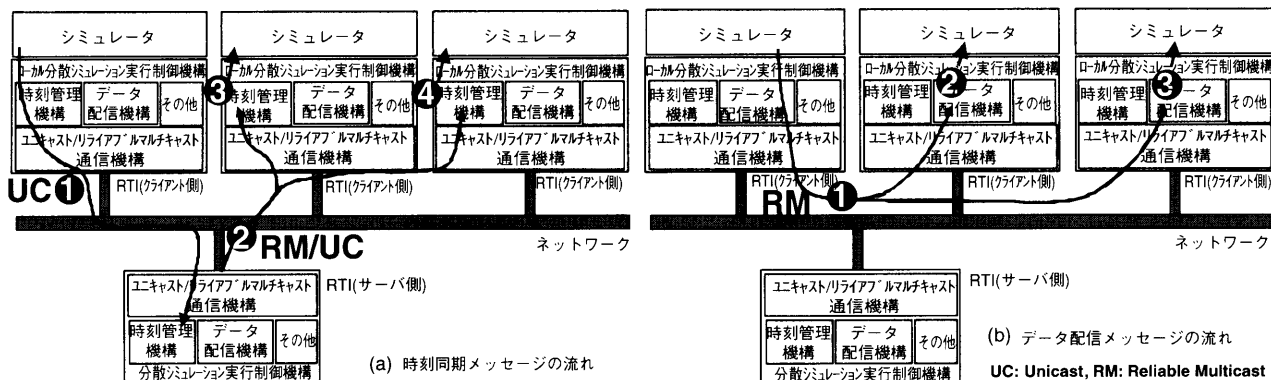


図 2 : eRTI-II の基本構成と通信メッセージの流れ

の相手に送信するケースが多く、本方式では通信相手数に比例する通信コストを要するという問題点がある。

2) UDP/IP ユニキャスト, マルチキャスト

信頼性の低い通信で良い場合の基本的な方式であり、HLAにおける Best Effort 通信の実装法として効果があり、DMSO-RTIでも採用されている。

3) リライアブルマルチキャスト (RM)

信頼性のあるマルチキャスト通信方式であり、HLAにおけるデータ交換において効果があると予想される。現在様々な通信方式が提案されており、TCP/IPと性能を比較した上で、HLAに適したプロトコルを選択する必要がある[6]。

4) CORBA ミドルウェア

様々なプラットフォームへのRTIの移植を考慮した場合、効率良く実装可能な方式の一つである。しかし、RTIの実装上はCORBAのごく一部の機能しか不要であり、またRTIの性能の主要部分がCORBA処理系の性能に左右されるという問題点がある。

4. eRTI-II の基本設計

前章に示した各RTIの実装法を比較し、eRTI 1.3の性能評価結果をベースに、eRTI-IIは以下の方針で基本設計を行うこととした。

「ソフトウェアの構成法は、機能毎に集中型と分散型を混在/融合させたハイブリッド型、通信プロトコルとしては、RMを効果的に活用し、性能評価結果と機能に応じてTCP/IPとUDP/IPとRMを使い分ける。」

実験の結果によると[5]、フェデレート数が64個程度の規模を対象とした場合、時刻同期処理に代表される大域データの管理や大域実行制御の高速実行のためには集中型が適している。また、データ配信性能の向上のためには、サーバを介さずフェデレー

ト間の直接通信とRMの利用が必須であり、フェデレート側にRTIの一部機能を司るローカル分散シミュレーション実行制御機構を用意することにより実現する。将来更に大規模なフェデレーションを対象とする場合には、[4]で示した階層型を導入する。

5. まとめ

これまで試作した集中型実装によるeRTI 1.3の性能評価結果をベースに、分散型構成と集中型構成をHLAの各機能毎に使い分ける、ハイブリッド型のRTI実装方式を提案し、eRTI-IIの基本設計概要を示した。今後の課題は、本設計に基づき詳細設計をすすめ、eRTI-IIの基本部分を試作し、期待通りの性能が得られるか否か検証することである。また、その結果を設計内容にフィードバックし、更に高速なRTIを実現し、HLAベースの並列分散シミュレーションシステムを実現することである。

参考文献

- [1] J. Dahmann et al.: A Reusable Architecture for SIMULATIONS, Communications of the ACM, Vol. 42, pp. 79-84, 1999.9.
- [2] SISO : HLA standard development homepage, <http://www.sisostds.org/>.
- [3] DMSO Software Distribution Center, <http://sdc.dmsomil>.
- [4] M. Furuichi et. al.: Performance Evaluation Model of HLA-RTI and Evaluation Result of eRTI, Proc. of the '97 Fall Simulation Interoperability Workshop, Sep., 1997.
- [5] 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 - eRTI 1.3とDMSO-RTIの性能評価 -, 第60回情報処理学会全国大会, 5H-01, 2000.3.
- [6] 渡部修介他: 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高速化-, 第61回情報処理学会全国大会, 1E-2, 2000.10.