

衛星の概念設計・検証システムにおける HLA/RTI による分散シミュレーションの可能性

Potential of distributed simulation by HLA/RTI for satellite designing and verification

上田 裕子[1], 高橋 孝[1]

Hiroko, O Ueda[1], Takashi Takahashi[1]

[1] 宇宙開発事業団

[1] NASDA

1. はじめに

人工衛星など宇宙機システムの設計の最適化および検証に関する期間の短縮、また設計の再利用性向上のためには、高度なシミュレーション技術の活用が必須であるとの認識から、我々はオブジェクト指向による衛星シミュレータの開発を行っている。さらに分散シミュレーション機能を付加し活用することで、複数のグループ、機関による効率的な分散システム開発が可能になると考えられる。分散コンピューティングのためのミドルウェアとしては、HLA/RTI(High-Level Architecture/Run-Time Infrastructure) または CORBA(Common Object Request Broker Architecture)が考えられるが、まず HLA/RTI について衛星シミュレータの簡易モデルを用いて評価する。

2. 衛星シミュレータ

その目標とする機能は、ダイナミクス、制御系、電力系、テレメトリ・コマンド系、ミッション系等を模擬することができ、概念設計モデルから On-Board モデル (OBS 検証、H/W in-the-Loop) まで適用可能な高い汎用性、拡張性を有するものである。また CAD、制御解析、構造解析、熱解析ソフトウェア等との関係も考慮する。また既開発衛星の設計情報データベース等から各コンポーネントモデルを得ることにより、再利用性の向上が期待できる。さらに分散シミュレーション機能を備えることで、重力加速度、大気密度等の宇宙、地球環境パラメータを推定するソフトウェアとの関係も容易であるばかりでなく、ミッション機器など一部の機能を分散した外部シミュレータとして扱うことも可能になる。

3. 分散シミュレーション技術

近年の分散コンピューティング技術を用いて、ネットワークで接続された複数のコンピュータが相互に協調動作しながら分散して処理し、ひとつの統合されたシミュレータとして機能できることが知られている。分散コンピューティング・ミドルウェアとしては HLA/RTI(High-Level Architecture/Run-Time Infrastructure)および CORBA(Common Object Request Broker Architecture)が候補にあげられる。HLA/RTI は 1980 年代から米国防省が中心となり開発、標準化が推進されてきた分散シミュレーションに特化したサービス仕様を規定、実装したものであり、米国防省および ESA 関連機関などで実績がある。一方 CORBA は一般に分散環境でのクライアント・サーバ間アクセス技術として広く実績があるが、分散シミュレーションのためにはユーザがこれを利用して独自にサービス仕様を規定する必要がある。

4. HLA/RTI を用いた分散シミュレーション

Fig.1 に示すように、衛星シミュレータのミニマムモデルのひとつとしてダイナミクスと制御系機能のみを有する簡易 HTV (H-II Transfer Vehicle) シミュレータを作成し、これと簡易 ISS(International Space Station) シミュレータおよび環境パラメータ推定モジュールの 3 つによる分散シミュレーションをテストモデルとする。分散コンピューティングのミドルウェアとして RTI を用いた場合に、シミュレータ改修の負荷、論理時刻の同期、ネットワークの通信速度やセキュリティの影響等を評価する。また RTI は実装ベンダーによってその実行速度、実行環境の設定仕様などが異なるので、DMSO RTI1.3-NGv4 版および MSS&MELCO ERTI BETA1.3 版の 2 つを検討対象とし、ベンダーの違いによるシミュレーションへの影響についても評価する。

5. 分散シミュレーションの可能性

衛星の設計、開発は一般に中心となる宇宙機関とミッションシステムを担当する他の機関や大学の担当者、および開発メカ等の密接な連携で行われるが、有用な分散シミュレーション機能を備えた衛星シミュレータと高速ネットワークを整備することでより効率化できると考えられる。たとえば中心となる宇宙機関がダイナミクスおよびバスシステム等の衛星シミュレータのコア部、環境シミュレータと衛星の設計情報データベースおよび衛星シミュレーションに関するデータベースを整備する。これらに簡便なモデルから詳細モデルまで複数のバージョンが用意され、ミッションシステムのアイデアを新たに検討する段階から概念設計および検証の段階までネットワークを介して分散したシミュレータとして利用できれば、従来に比べ並行設計、開発は効率化が期待できる。

HTV Simulator

ISS Simulator



Position
Velocity
Attitude
:



Position
Velocity
Cross Section
:



External Force



Environment Simulator

Fig.1 A test model of distributed simulation.