

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 - 記録再生機能の実現方式とその適用 -

徳本 修一 尾崎 敦夫 古市 昌一

三菱電機株式会社 情報技術総合研究所

1. はじめに

我々は、分散環境下における教育・訓練用シミュレーションシステムについて研究を行っている。この一環として、分散シミュレーション接続仕様 HLA (High Level Architecture) [1]を利用し、大規模かつ現実的な並列分散シミュレーションシステムの構築について開発を行ってきた[2]。

このようなシミュレーションを用いた訓練では、訓練実行後の客観的な評価 AAR (After Action Review) と、その評価結果に基づいた訓練の再実行が有効である。例えば、フライトシミュレータにおいて操縦ミスを行った原因を、その時の環境変化、操作時の視点、操作から解析し、同じ環境から訓練を再実行することである。このような訓練の繰り返しにより、効果的な訓練が可能になる。

本報告では、HLA を用いた並列分散シミュレーションシステムにおいて、AAR の実現と訓練の再実行を可能にする記録再生機能の基本方式を提案する。本方式は、分散環境下におけるシミュレーションシステム間の情報のやり取り、システム内の状態を個々のオブジェクトの状態変化と考え、その情報をデータとして記録、再生することで、AAR、訓練の再実行を支援する。

この方式を実現するために、記録再生の処理を専用に行う装置をシステム内に設け、集中的にデータの管理を行う。データは訓練時にオンラインで記録され、AAR 時や再訓練実行時にデータを各シミュレーションシステムに該当するデータを提供し、任意の時点からの再生、再訓練を実行可能にする。最後に、この方式を実際のシミュレーションシステムに導入することを検討し、利点、効果について述べる。

2. HLA : High Level Architecture

HLA は分散シミュレーションシステムにおけるシミュレーションシステム間のデータ交換、時刻の同期管理の共通化を目的に、IEEE 標準化を目指

Design and Implementation of HLA based Parallel and Distributed Simulation System - A Function of Record and Reply -

Shuichi TOKUMOTO, Atsuo OZAKI, Masakazu FURUICHI, Mitsubishi Electric Corp., Information Technology R&D Center.

5 - 1 - 1 Ofuna, Kamakura, Kanagawa, Japan.

している仕様である。HLA では分散環境下の各シミュレータの実行状態をフェデレート、フェデレートで構成されるシミュレーションの実行状態をフェデレーションと呼ぶ。各フェデレートは HLA インタフェースを備え、RTI (Run Time Infrastructure) と呼ばれる中核ソフトウェアとメッセージ交換することで、フェデレーション内の情報共有と時刻同期を実現する。

各フェデレートはシミュレーションプロセスの実行要素として複数のオブジェクトクラスを保有する。このオブジェクトクラスの属性情報について、同一フェデレーション内の各フェデレートは、RTI へ "Publish (公開)", "Subscribe (購読)" の宣言を行うことで、RTI の仲介により、公開側から購読側へ定期的にデータが送信される。また、インタラクションクラスと呼ばれる通信手段により、フェデレート間の非定期的な送信も可能にする。

3. 記録再生方式

シミュレーションを用いた訓練において、訓練実行後の客観的な評価 AAR と評価結果に基づく再訓練は、訓練者に自分の行った状況判断、操作の問題点を認識させることが可能になり、訓練効果の向上に有効である。このような訓練の実現には、以下の項目が必要になる。

- 1) 訓練データの記録
- 2) 記録した訓練データの再生
- 3) 任意時間からの訓練の再実行
- 4) 訓練データの解析

上記の要求を分散シミュレーション上で実現するためには、訓練者の操作内容以外に、操作により変化したシミュレーションの様々な状態変化を時間データと共に記録しなければならない。また、訓練結果を解析、評価するためには、訓練時以外の視点で状態を分析、検証出来ることが望ましい。

我々は、このような要求を HLA による分散シミュレーションシステムで満たす記録再生の基本方式を提案する。本方式はフェデレート間で発信した全てのデータを、HLA で定義されたオブジェク

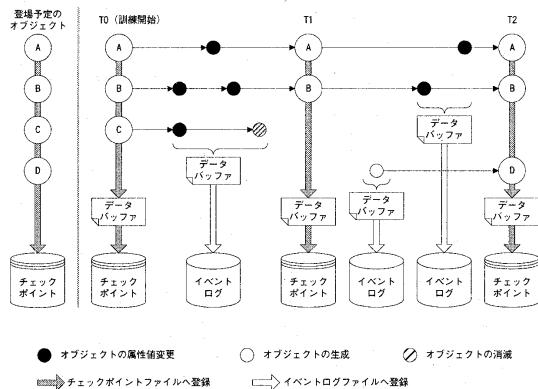


図1：記録再生の基本方式

トクラス、インタラクションクラス単位で時間管理しながらデータを記録し、時刻同期を取りながら提供する方式である。

本方式では、オブジェクトの状態を以下の2種類のファイルで管理する。

- 1) チェックポイントファイル
設定した論理時刻毎のオブジェクトクラスの属性値を記録するファイル
- 2) イベントログファイル
イベント等のチェックポイントファイル間の差分情報を記録するファイル

図1に基本的なデータ記録の手順を示す。まず訓練開始前に、訓練のシナリオに登場するオブジェクトクラスのデータを登録し、訓練を開始する。その後一定の時間間隔で現存するオブジェクトクラスのデータすべてをチェックポイントファイルに記録する。この時間間隔中に起きたイベントはインタラクションクラスのデータとして逐次イベントログファイルに記録する。両ファイルのデータは一度バッファに貯えられ、システムの稼動状況に応じてデータファイルとして保存される。

再生時には、上記のデータを各フェデレートに送信することで、簡易的に時刻同期が可能になる。再実行時には、上記ファイルに加えて、RTIの機能を用いて、フェデレーション全体の状態を記録し、各データファイルと連携をとりながら各フェデレートにデータを提供する。

このようなオブジェクト毎のデータ管理を行うことで、訓練実行中に表示されなかったオブジェクトクラス、インタラクションクラスの属性情報の変化も時間管理を行いながら整理して記録、提供することが可能になり、AAR時、解析時の訓練時の視点以外から訓練内容の検証に有効である。

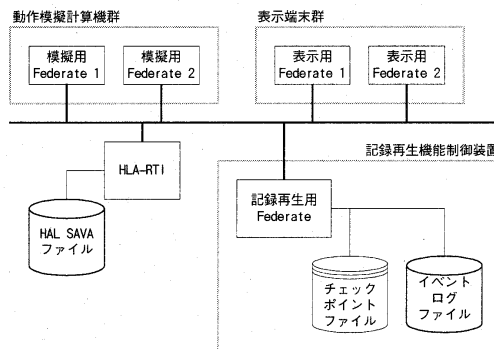


図2：システム構成例

4. 記録再生機能の適用

図2に前節で述べた記録再生の基本方式を用いたシステム構成を示す。このシステムはウォーゲームシミュレーションなどを想定し、HLA-RTIを実行する計算機、飛行機などの運動模擬を専門に行う動作模擬用の計算機、VR技術などを用いた表示端末、提案した基本方式に従い各データファイルを記録する専用計算機から構成される。

各計算機はシミュレーションを起動させ、フェデレートとしてHLA-RTIに登録し、フェデレーションを定義、そして訓練を実行する。訓練実行時は記録再生用フェデレートにより各ファイルの記録が行われる。再生時には表示用フェデレートと記録再生用フェデレートのみを登録し、様々な視点から訓練結果を表示することが可能である。また再生することで、再訓練を実行するポイントを探し出し、その時点から模擬用フェデレートを起動し、速やかに訓練時のフェデレーションを定義、実行することが可能である。

5. 終わりに

本報告ではHLAを用いた分散シミュレーションシステムにおける記録再生機能の基本方式と実現方法を提案した。今後、実システム上での検証を行い、本方式の有効性を検証する。

参考文献

- [1] DMSO: Defense Modeling Simulation Office: High Level Architecture for Simulation - Version 1.3 Interface Specification, 1998.
- [2] 尾崎敦夫他, "HLAをベースとした並列分散型ウォーゲームシミュレーションシステムの拡張", 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, pp259-262, 1999.