

## Spline による分散仮想環境の通信方式

4H-1

小塚 宏 佐藤 浩司 福岡 久雄 下間 芳樹  
三菱電機株式会社 情報技術総合研究所

### 1. はじめに

ネットワーク上に構築された仮想的な世界で多数のユーザが集い、共に働き、学び、遊ぶことを可能とする分散仮想環境(DVE; Distributed Virtual Environment)の研究が注目されている<sup>1</sup>。大規模な DVE の実現には、分散アプリケーションの容易な構築と、多数のユーザ間インタラクションに伴う通信の支援が必要である。我々はこれらの観点から、DVE アプリケーションの構築と通信を容易かつ効率的に行うためのミドルウェア Spline<sup>2</sup>を開発している。本稿では、Spline による DVE での通信について述べる。

### 2. Spline の構成

Spline は図 1の灰色の部分である。共有仮想世界内の状態を保持する分散世界モデル(WM)、WM を構成する各種オブジェクトのクラスを定義しアプリケーション側から WM を利用(更新)する機能を提供するアプリケーション支援層、および他のプロセスの WM との通信を行うプロセス間通信層が Spline のコア部を構成する。コア部は API (Application Programming Interface)を提供するライブラリ(splib)として実装している。

各ユーザ・アプリケーションは、この API を用いて実装し、splib をリンクした実行形式を一つの Spline プロセスとして実行する。各種ユーザ間インタラクションは、これらのプロセス間の通信として実現される。さらに Spline の内部機能を直接利用する通信支援サーバ機能が、複

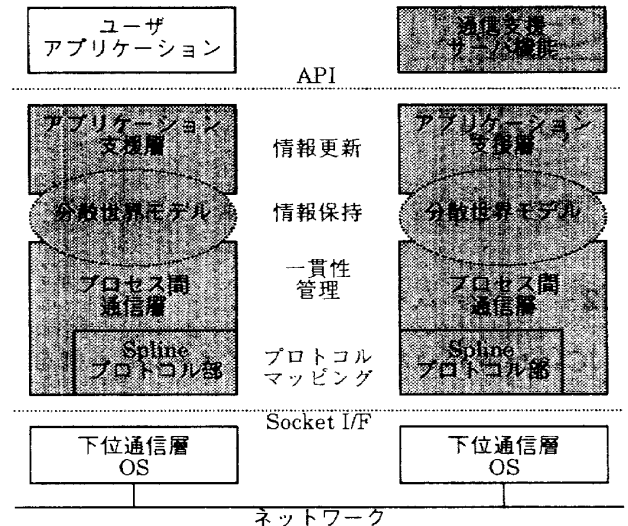


図 1 Spline の構成

数の Spline プロセスの集合体として構成される Spline セッション内の通信を補助している。現在 Spline がサポートする OS は Windows NT 4.0 であるが、UNIX 環境へも実装(移植)中である。

### 3. Spline による通信

Spline では、システムのスケーラビリティの向上、柔軟な拡張性とシステム間の高い相互接続性の提供に注目して設計を行っており、同一セッションに参加中の各アプリケーション・プロセスは、論理的に共通の WM を共有しているが、物理的には各プロセス毎に WM の部分的な複製を持たせ、各 WM 間に緩やかな一貫性管理を提供することにより、集中型サーバ方式に見られるようなボトルネックが生じないように配慮している。

#### 3.1. WM 更新に関する通信

各ユーザが行ったローカルな WM に対する変更は、Spline のプロセス間通信層により他の全ての WM へ反映される。仮想世界全体は複数の部分領域(ロケール)に分割されており、各 WM 内のオブ

Inter-process Communication Mechanism for Distributed Virtual Environments with Spline.

Hiroshi KOZUKA, Kouji SATO, Hisao FUKUOKA, Yoshiki SHIMOTSUMA

Information Technology R&D Center, Mitsubishi Electric Corporation

ジェクトは必ず一つのロケールに所属する。各オブジェクトの属性値の変更はそのオブジェクトを所有するプロセスのみに許され、変更情報は該プロセスのプロセス間通信層が独自の更新周期毎にオブジェクトの属するロケールに対応する通信チャンネルに対してのみ送出する。

通常は、各通信チャンネルには一意なマルチキャスト・アドレスを割り振り、各 WM 情報の更新に関する通信はこのアドレスへのマルチキャスト通信によって行うことにより、総通信量を削減している。また、各プロセスは自身が注目しているロケールに対応した通信チャンネルのみを聴取するため、不要な更新情報は受信しない。

各チャンネル毎の通信はアプリケーションの種類によっては TCP/IP によるコネクション型プロトコルを用いるような設定も可能であり、これらプロトコルの切り替えは、プロセス間通信層内の Spline プロトコル部によって実現される。

### 3.2. 通信量削減型の API

アプリケーション支援層では、WM 内オブジェクトの位置更新情報の送信を控えながらも、オブジェクトのスムーズな移動を実現するための機構を提供している。この機構は、オブジェクトの移動の位置と時刻を数点でサンプリングした情報のみをパックして送出し、その後のオブジェクトの位置の移動は各 WM を管理するプロセスがローカルに行うようにすることで、パックした情報の送出後は、通常は各更新周期毎に発生する通信を行うことなく、各 WM 内の該当オブジェクトをスムーズに動かすことが可能になる。

特に物体の周期的な運動を繰り返すようなアプリケーションでは、積極的にこの機能を用いることで、通信量の大幅な削減が可能である。

### 3.3. 通信支援サーバ機能

Spline は分散型アーキテクチャを採用するが、以下の4種類の通信支援サーバ機能を持つ。

#### ● セッション・サーバ

各プロセスの Spline セッションへの参加と離脱を動的に管理し、オブジェクトへの一意な ID の割り当て、各ロケールへのマルチキャスト・アドレスの割り当て、不要なオブジェクトの消去要求を行う。

#### ● ロケール・サーバ

ロケール内の情報を保持し、新規に起動されたプロセスに対して、そのロケールに属するオブジェクトの現在の情報(スナップショット)の配信を行う。

#### ● ビーコン・サーバ

特定のオブジェクトにつけられたタグ名に基づき該当オブジェクトの検索を行うディレクトリ・サービス機能を提供する。

#### ● ユーザ・サーバ

低速回線接続ノードへの配信メッセージの削減、マルチキャストを利用できないノードへのユニキャスト通信等のサービスを提供する。これらの通信支援サーバは、Spline の API を用い、システムの構成と特徴に合わせて柔軟に実装・配置することが可能である。

## 4. おわりに

Spline は現在β版が Windows NT 4.0 上で動作しており、その API を DVE アプリケーションの標準化に向けて Open Community<sup>3</sup>として公開している。また次版では DVE 通信の体系的な機能・性能向上を目指して、ISTP (Interactive Sharing Transfer Protocol)<sup>4</sup>と呼ぶプロトコルを Spline プロトコル部に実装し、評価を行う予定である。

### 参考文献

<sup>1</sup> R. Braham 他, "Sharing Virtual Worlds," IEEE Spectrum, March 1997.

<sup>2</sup> R. C. Waters 他, 「分散仮想環境構築基盤ソフトウェア "Spline"」, 三菱電機技報 Vol.71, No.2, 1997.

<sup>3</sup> <http://www.meitca.com/opencom/>

<sup>4</sup> R. C. Waters 他, "Interactive Sharing Transfer Protocol Version 1.0," MERL TR-97-10, 1997.

<http://www.meitca.com/opencom/istp.html>