

スケーラビリティに着目した分散仮想環境の構築

4 G - 4

— Spline によるアプローチ —

小塚 宏 福岡 久雄

三菱電機株式会社 情報技術総合研究所

1. はじめに

ネットワークの普及に伴い、コンピュータの用途は単一ユーザの作業支援から、マルチユーザ・コミュニケーションの支援へと広がってきている。電子メールに代表される今までのマルチユーザ・コミュニケーションは、多様なメディアを同時に扱いにくく、インタラクティブ性や直感性にも欠けていたが、近年ネットワーク上に構築した仮想空間内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の研究開発が活発になってきた^[1]。本稿では、大規模な分散仮想環境構築への我々のアプローチについてその概要を述べる。

2. 分散仮想環境のスケーラビリティ

分散仮想環境(Distributed Virtual Environment; DVE)は、コンピュータ・グラフィクス(CG)やサウンド等を用い、仮想的な3次元空間をネットワーク上に作り出す。地理的に分散した複数のユーザは、この仮想空間に自分の姿を化身(アバタ)として入り込む(没入する)ことにより、同じ場(空間)を同時に共有する他のユーザの姿を見たり、お互いに会話をしたりして、体験を共有するといった自然なコミュニケーションを行うことができる。

DVEは我々が日常生活する現実社会のように進歩・発展・拡大していくものであり、そのスケーラビリティが十分に考慮される必要がある。ここでスケーラビリティとは、ただ単に仮想世界に同時に収容できるユーザ数や、構築可能な仮想空間の大きさだけで計られるべきものではなく、以下の観点からの検討が重要である。

- DVEアプリケーションの拡張性
- 複数のDVEシステム間の相互運用性
- 適用可能なネットワーク・トポロジの多様性
- 他の(既存)ネットワーク・サービスとの親和性

3. Spline のアプローチ

我々はこのような観点から真にスケーラブルなDVEシステムを構築するために、DVE向けのソフトウェア・プラットフォーム Spline (Scalable Platform for Large Interactive Networked Environments)を開発している^[2]。Splineは、大規模なDVEシステムを構成する個々のアプリケーションを記述するためのAPI(Application Programming Interface)を提供するライブラリである^[3]。Splineはその内部で、複数のアプリケーションが同一の仮想世界を同時に共有するために必要なプロセス間通信を引き受け、アプリケーション・プログラムを複雑な通信コードから解放する。

3.1. 分散世界モデル

各アプリケーションを容易に拡張するためには、容易に利用できるAPIを提供し、分散アプリケーション間の通信に気をとられずにアプリケーション・プログラムを記述できることが望ましい。Splineでは、このために各アプリケーションがローカルに持つ仮想世界情報にアクセスするだけで、各アプリケーションが興味を持つ仮想世界の部分情報を得られるように設計している。この仮想世界情報の集合体を世界モデル(World Model; WM)と呼ぶ。WMは各アプリケーション毎に複製を保持しているが、これら分散WM間の一貫性管理をSplineが行い、各アプリケーションからは論理的には同一のWMを共有しているように見える。

3.2. ロケールとビーコン

仮想世界を容易に発展・拡大できるようDVEシステムを複数の仮想空間生成アプリケーションの総体として生成する。仮想世界全体は複数のの部分領域すなわちロケール(Locale)と呼ぶ系に分割管理する。個々のロケールは独自の座標系を持つことができ、それらの相互接続時には適切に座標変換が適用されることにより、Spline上に構築された複数のDVEシステムは容易に

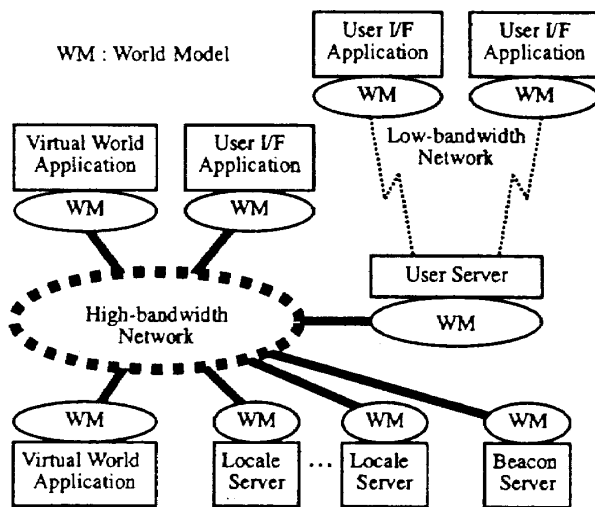


図 1 : 分散世界モデルと通信サーバ群

相互運用が可能になっている。また、大規模仮想空間内で欲するロケールを検出するために名前管理を行うビーコン(Beacon)機能を持つ。図 1は、分散 WM を用いて複数のアプリケーションから構成される DVE システムの様子を示す。ロケールとビーコンを提供するサーバは、システムの規模に応じて複数ノードに分散させることが可能である。

3.3. ユーザ・サーバ

大規模な DVE システムを構築する際には、そのシステムが様々なネットワーク・トポロジに対応できる必要がある。例えば、高速で広帯域をもつ単一の LAN 環境のみならず、低速で低帯域な電話回線を介したモデム接続のユーザに対しても、同様にサービスを提供でき、また低速・低帯域のネットワーク側の性能に高速・広帯域のネットワーク側が制限を受けないような工夫が必要である。このようなネットワークの性能差を吸収する役割を担うのがユーザ・サーバである。ユーザ・サーバの主要な機能は、帯域幅に大きな影響を与えるライブ・オーディオに関する通信量の効果的な削減、マルチキャスト通信とユニキャスト通信の橋渡し、分散 WM の更新周期の擬似的な削減である。図 1には、ユーザサーバが低帯域回線接続のユーザノードを支援する接続形態が示されている。

3.4. ISTP

DVE システムはネットワーク・サービスの一つであり、他のネットワーク・サービスとの親和性は重要な課題で

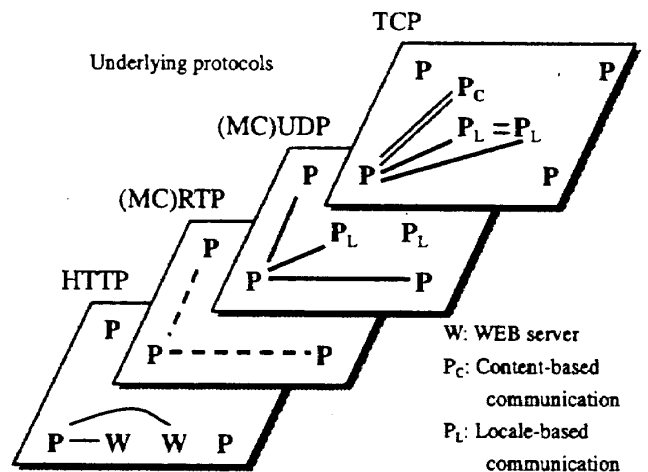


図 2 : ISTP プロセス間の通信

ある。Spline では、特に WEB サービスとの親和性を考慮して、DVE 通信の体系的な機能・性能向上を目指して ISTP(Interactive Sharing Transfer Protocol)^[4]と呼ぶプロトコルを実装している。図 2は、ISTP プロトコルを用いる各プロセス間の通信のコンセプトを示している。Spline のプロセス間通信は、前述のロケールを単位とした Locale-based communication とビーコンの通信に用いる Content-based communication が中心となる。これらの通信は、必要と効率に応じて UDP/IP マルチキャストと TCP/IP による 1 対 1 通信を使い分けられるよう、ISTP はハイブリッド型のプロトコルとなっている。

4. おわりに

DVE システムの構築に関して、スケーラビリティに着目した Spline によるアプローチを紹介した。分散世界モデル、ロケール、ユーザ・サーバの機能と、これらの通信を効率的に行うプロトコル ISTP を採用した。現在 100BASE-TX の LAN と ISDN/BRI(INS64)を組み合わせた環境で Spline 上のマルチユーザ・チャット環境の試験実装中である。

参考文献

- [1] R.Braham et al. "Sharing Virtual Worlds," IEEE Spectrum, March 1997.
- [2] R.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.
<http://www.melco.co.jp/giho/9702/9702108.htm>
- [3] R.Waters, et al. "The ANSI C (Internal) Spline Version 3.0 Application Program Interface," December 1997,
<http://www.merl.com/reports/TR97-11/>
- [4] R.Waters, et al. "The Interactive Sharing Transfer Protocol Version 1.0", October 1997,
<http://www.merl.com/reports/TR97-10/>