

VirStA System: 仮想ステージと仮想アクターによる 分散CGアニメーションシステム

I. システムの全体構想

後藤 真孝 阿部 哲也 松本 英明 村岡 洋一

早稲田大学 理工学部

1. はじめに

近年, グラフィックスエンジンを搭載したワークステーションなどのCGレンダリング能力の向上によって, 従来コマ撮りでしか実現できなかったような多数のポリゴンを用いたCGアニメーションがリアルタイムに生成できるようになってきた. これに伴い, 人間の入力や動作などにリアルタイムに反応するCGキャラクタを用いたインタラクティブシステムも数多く実現されてきている [1]–[6]. このようなシステムの多くでは, 画像生成処理 (レンダリング処理等) と動作決定処理 (CGキャラクタの関節角計算処理等) が同一の計算機上で実行されていたが, これらの処理は共に計算量が多いため, CGキャラクタを追加したり動作を多様化・複雑化しようとするときリアルタイム性が損なわれやすかった.

我々が提案する VirStA System (Virtual Stage and Actors System) は, 画像生成処理と動作決定処理を異なる計算機上に負荷分散することで, リアルタイム性を損なわずに多様な拡張を可能にする. 本システムは, 複数の計算機によって共有される仮想空間内にすべてのCGキャラクタを配置し, 各キャラクタをネットワーク経由で操作するための汎用インタフェースを提供する. これにより, キャラクタの追加に伴う処理や動作決定処理を異なる計算機上に割り当てられ, 拡張以前の処理への影響を最小限に抑えられる. 本研究はこのような負荷分散を実現しながら, 複数のCGキャラクタが人間や他のキャラクタとリアルタイムにインタラクションできるシステムを, 拡張性高く汎用的に構築することを目的とする.

2. 仮想ステージと仮想アクター

VirStA System では, CGアニメーション中に登場する各CGキャラクタやCGオブジェクトを仮想アクターと呼び, すべての仮想アクターが共存する仮想空間を仮想ステージと呼ぶ. そして, テレビや映画用の映像収録において, スタジオや舞台セット (仮想ステージ) に様々な出演者 (仮想アクター) が登場するのを複数のカメラ (仮想カメラ) で撮影するように, リアルタイムCGアニメーションの生成をおこなう.

仮想ステージと仮想カメラは画像生成処理に対応し, 仮想アクターは動作決定処理に対応する. つまり前者は仮想ステージ内のある視点から見た画像を生成する処理であり, 後者は各仮想アクターがどのように動くかを決定する処理である. そこで, ネットワークに接続された複数の計算機上に仮想ステージと仮想アクターを別々に割り当てることで, 効果的に負荷分散できる.

3. VirStA System

VirStA System は, LAN などの局所的なネットワーク (Ethernet) に接続されたグラフィックスワークステーション群 (SGI Indigo2 等) の能力を最大限に活用して, リアルタイムCGアニメーションを生成するためのシステムである. システムが扱うすべての仮想アクターは, CGオブジェクトが可動部で連結した骨格構造を持ち, ポリゴンモデルで表現されるものとする.

3.1 システム構成

VirStA System の構成を図 1 に示す. 本システムはサーバ・クライアント・モデルに基づいており, 仮想ステージと仮想カメラを実現する VirStA Manager (Virtual Stage Management Server)・VirStA Renderer (Virtual Stage Rendering Server) と, 様々な仮想アクターを実現する VirStA Actor (Virtual Actor Client) で構成される. VirStA Manager が仮想ステージの状態と各仮想アクターの位置情報 (方向, 占有領域を含む) を管理し, VirStA Renderer が実際のレンダリング等の画像生成処理をおこなう. 一方, 各 VirStA Actor は対応する仮想アクターの動作を決定し, 上記のサーバ群に対して動作変更後の画像生成を要求する. 仮想ステージ上での各仮想アクターの位置情報の決定や仮想アクター間のインタラクションもすべて VirStA Actor が個別におこなう.

現在の実装では, 本システムの通信は UDP/IP 上のコネクションレスな通信プロトコルである RMCP (Remote Media Control Protocol) [7]¹に基づいておこなう. RMCP のパケットを Ethernet 上でブロードキャスト (同報通信) することにより, VirStA Actor からの全情報を VirStA Manager と全 VirStA Renderer が共有でき, 実装・拡張が容易になる. また RMCP は, MIDI やビデオカメラなどの各種インタフェースを用いたインタラクションを実現する際の整合性もよい [3, 4].

リアルタイムに動作が変わる CG アクターを仮想ス

VirStA System: A Distributed CG Animation System
based on Virtual Stage and Virtual Actors
I. System Overview Masataka Goto, Tetsuya Abe,
Hideaki Matsumoto, and Yoichi Muraoka,
School of Science and Engineering, Waseda University.

¹文献 [7] の Remote Music Control Protocol に対し, 複数メディアやタイムスタンプに対応するためにメッセージとパケットを拡張してあるので, Remote Media Control Protocol と呼ぶ.

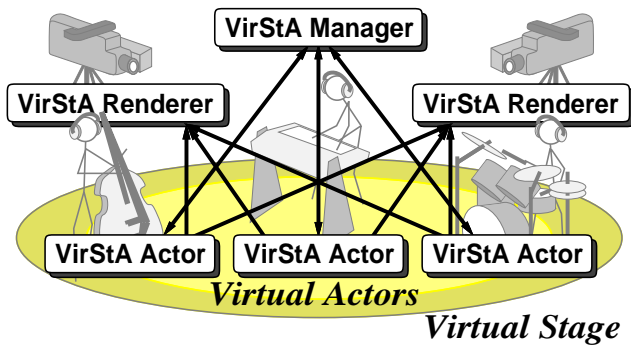


図 1: システム構成図

ページ上に表示するために、ポリゴンモデルを毎フレームごとにすべて伝送するのは通信量が多く現実的でない。そこで、VirStA Actor は制御パラメータ付きの骨格構造およびポリゴンモデル (CG アクターモデル) を、VirStA Manager と VirStA Renderer に事前に登録する。動作中はそれを制御する最低限のパラメータの変更だけをブロードキャストする。さらに、パラメータを直接変化させるだけでなく、短期間にわたるパラメータ変化を一度に指定するために、パラメータの時間変化関数やパラメータ間の束縛条件を期間限定付きで指定する時限スクリプトという概念を導入する。

パラメータの変更や時限スクリプトを VirStA Renderer が受信すると、対応する CG アクターモデルを指定された時刻に更新し、その計算機の CG レンダリング能力に応じたフレームレートやディテールで表示する。VirStA Manager は、対応する CG アクターモデルだけを更新し表示はおこなわない。VirStA Actor が、仮想ステージや他の仮想アクターに関連して動作を決定する際には、VirStA Manager に問い合わせで位置情報等を取得する。また、必要に応じて VirStA Actor 間で直接通信してもよい。

3.2 VirStA System の利点・特長

本システムは、計算負荷の分散に加えて以下のような利点・特長を持つ。

- 複数の仮想カメラによる仮想ステージの同時撮影
VirStA Renderer は仮想ステージを見るための仮想カメラに相当する。そこで様々な方向設定のカメラ²として複数の VirStA Renderer を起動することにより、スタジオ・舞台セットにおける出演者の演技やライブ演奏のステージにおける演奏者の演奏風景を複数のカメラが同時に収録するように、CG アニメーションを生成できる。すべての通信をブロードキャストでおこなうため、VirStA Renderer を追加しても通信量は変わらず、リアルタイム性を損なわない。
- 様々な仮想アクターの共演
様々な種類の VirStA Actor を追加することにより、同一の仮想ステージ上に多様な仮想アクターを共演させることができる。この追加を異なる計算機上に

²各カメラの方向はネットワーク経由で操作できる。

負荷分散することで、仮想アクター間のインタラクションが起きる場合以外は、他の仮想アクターの動作のリアルタイム性を損なわない。

- 複数の開発者による分散実装と仮想アクターの再利用
仮想ステージと仮想アクター間のインタフェース (CG アクターモデルの登録、パラメータの変更、時限スクリプトの指定) が汎用化されているため、複数の開発者がそれぞれの仮想アクターを分担して実装することが容易である。また、一度実装した仮想アクターは、他の目的にも再利用しやすい。

本システムは上記以外にも、時限スクリプトを用いた動的負荷分散 (計算機とネットワークの負荷に応じて時限スクリプトの実行場所を動的に変更) や仮想ステージの状態の保存・再現機能などの特長を持つ [9]。

4. おわりに

本稿では、複数の CG キャラクタが登場するインタラクティブな CG アニメーションを、異なる計算機上に負荷分散することでリアルタイムに生成するためのシステムについて述べた。関連研究としてインターネット経由の仮想空間を実現するための Virtual Society [8] などが挙げられるが、本システムは局所的で高速なネットワーク上の計算機群の能力を最大限に引き出すことを目指す点が大きく異なる。また、インタフェースを CG システムから分離して分散環境で実装した研究例 [3, 4, 5] もあるが、画像生成処理と動作決定処理の分離は考慮されていなかった。

VirStA System はすでに、人間のジェスチャーなどにインタラクティブに反応する仮想犬の CG [9] やジャズセッションシステムにおける仮想プレイヤーの CG [10] などに適用されている。今後はさらに他の CG アニメーション生成にも活用していくと共に、システム自体の拡張もおこなっていく予定である。

参考文献

- [1] 林一司, 藤田卓志, 松本智佳子. 仮想生物の行動生成モデル. 情処研報 グラフィクスと CAD 91-CG-52-10, Vol. 91, No. 71, pp. 65-71, 1991.
- [2] 後藤真孝. 分散協調インタラクティブシステム — 音と CG による遠隔地間のインタラクション —. NICOGRAPH'93 CG 教育シンポジウム プロシーディングス, pp. 44-49, 1993.
- [3] 後藤真孝, 村岡洋一. 音楽に踊らされる CG ダンサーによるインタラクティブパフォーマンス. インタラクティブシステムとソフトウェア III, pp. 9-18. 近代科学社, 1995.
- [4] 阿部哲也, 後藤真孝, 黒田洋介, 村岡洋一. インタラクティブドッグ - 仮想犬との 3 種類のインタラクション -. インタラクティブシステムとソフトウェア III, pp. 19-28. 近代科学社, 1995.
- [5] Naoko Tosa and Ryohei Nakatsu. Life-like communication agent - emotion sensing character "MIC" and feeling session character "MUSE". In *Proc. of the 1996 IEEE Intl. Conf. on Multimedia Computing and Systems*, pp. 12-19, 1996.
- [6] Lifelike Computer Characters '94, '95. <http://www.research.microsoft.com/lcc.htm>.
- [7] 後藤真孝, 橋本裕司. MIDI 制御のための分散協調システム — 遠隔地間の合奏を目指して —. 情処研報 音楽情報科学 93-MUS-4-1, Vol. 93, No. 109, pp. 1-8, 1993.
- [8] Virtual Society on the Web. <http://vs.sony.co.jp/>.
- [9] 阿部哲也, 後藤真孝, 松本英明, 村岡洋一. VirStA System II. 分散環境でのリアルタイム実装. 第 53 回情処全大 1P-06, 1996.
- [10] 松本英明, 後藤真孝, 阿部哲也, 村岡洋一. VirStA System III. ジャズセッションプレイヤーの実現. 第 53 回情処全大 1P-07, 1996.