

リアルタイム伝送技術を用いた キャラクター表示システムの構築

小島一成¹ 小林昭博¹
山下伸一² 和田重久³ 辻野晃一⁴

近年、拡張現実の技術は、放送、イベント、デジタルサイネージ、PreVizの分野で幅広く利用されている。筆者らは、リアルタイムモーションキャプチャ技術、リアルタイムネットワーク技術、リアルタイムレンダリング技術の開発を遂行している。そこで、本研究では多地点の遠隔地にあるリアルタイムモーションキャプチャシステムを独自に開発したリアルタイム伝送技術で接続し、リアルタイムレンダリング技術で統合した3次元グラフィックエンジンを用いてキャラクター表示システムを構築した。本システムはインタラクティブ性を高め、エンタテインメント分野において、より豊かなコンテンツを提供することが可能である。

A Study of Character Display System using Real-time Transmission Technology

Kazuya Kojima¹, Akihiro Kobayashi¹, Shinichi
Yamashita², Shigehisa Wada³, Koichi Tsujino⁴

Recently, the AR technology is widely used in the field of a game, a mobile application program, the event, the digital signage, and broadcasting. We developed the real time system of three technologies (motion capture, network transmission, and rendering processing). This research connects the motion capture data by an original transmission technique. The character animation is displayed in the AR environments integrated by the rendering technology with 3D graphic engine. This system can in real time display between a lot of bases. This research has aimed at mounting next generation's cloud computing in the entertainment field.

1. はじめに

近年、GoogleやFaceBookなどクラウドコンピューティング技術を用いたサービスが発達している。これらのサービスを受け、ユーザはテキスト、画像、音声、映像などのマルチメディアを用いてより多くの情報を得ることが可能になった。これらは、主にインターネットサービスを主体とした取り組みで実現している。このクラウドサービスをテレビ番組などの放送やイベント、デジタルサイネージにも取り入れ、社会的にコンテンツとして普及してきている。エンターテインメント性及びインタラクティブ性のコンテンツの位置づけにおいて、CG技術を用いたキャラクターアニメーションやCG固有の映像効果を導入することで、よりよいコンテンツを放送、イベント、デジタルサイネージで提供可能である。また、リアルタイム性を重視することでライブ感を獲得可能であり、ユーザとのコミュニケーションが高まる。CG技術を用いたキャラクターアニメーションでこのライブ感を実現するためには、モーションキャプチャ技術を利用する[1]。モーションキャプチャ技術は計測の精度はもちろん、計測したモーションデータのリアルタイムネットワーク伝送技術が必要となってきた[2]。さらに、CGを用いた映像を出力する際は、レンダリング技術が重要である。CG映像のレンダリングは単なる美しさだけではなく、リアルタイム処理が必要である。これらの技術を兼ねそろえることでマルチメディアを超えたモーションメディアとして今後の映像技術始め、幅広い分野において応用可能だと考える。このモーションメディアを提供するためには、先に述べたリアルタイムモーションキャプチャ技術、リアルタイムネットワーク伝送技術、リアルタイムレンダリング技術の3つの技術を確保する必要がある。そうすることで、放送やイベント、デジタルサイネージの分野だけでなく、文字や画像を用いて現実世界の情報を強化する拡張現実(Augmented Reality)技術[3]、主に映画などの映像分野で用いられるPreViz(Pre-Visualizationの略)に適用可能である[4]。

そこで本研究では、リアルタイムネットワーク伝送技術に着目し、多地点の遠隔地にあるリアルタイムモーションキャプチャシステムを独自に開発したリアルタイム伝送技術で接続し、リアルタイムレンダリング技術で統合した3次元グラフィックエンジンを用いてキャラクター表示システムを構築することを目的とする。

¹ 神奈川工科大学
Kanagawa Institute of Technology

² 株式会社トライアクシス
Triaxis Co.,Ltd

³ 株式会社イマジカ
IMAGICA Corp.

⁴ 株式会社プレミアムエージェンシー
Premium Agency Inc.

2. リアルタイム伝送技術

本研究ではリアルタイムモーションキャプチャシステムで計測したモーションデータをインターネットで接続した遠隔地のクライアント PC にリアルタイムネットワーク伝送する。モーションデータを受け取ったクライアント PC は、リアルタイムレンダリング処理をして CG 画像を表示する。筆者らは、モーションキャプチャの計測から画面の表示までのデータ処理による遅延を最小限に抑えることでインタラクティブ性を高めることが可能であると考えている。その際、リアルタイムネットワーク伝送技術が重要であるため、ネットワーク伝送プロトコルの開発が不可欠である。そこで、本研究では、VRPN (Virtual Reality Peripheral Network) を採用しリアルタイムネットワーク伝送技術を開発する。VRPN とは、UNC が配布するライセンスフリーのソフトウェア群である。ソフトウェア群の中心となるのは VRPN というネットワークプロトコルである。VRPN の目的は VR システムを構築する際に用いる様々な周辺装置のデータを伝送することである[5]。実際に、タイルドディスプレイを用いた大規模なボリューム可視化システム向けの 3 次元ユーザインタフェースの研究として応用されている[6]。また、CAVE などの没入型ディスプレイを用いた VR アートの 3 次元ユーザインタフェースとしても研究されている[7]。VRPN の特徴を以下に示す。

① 様々なデバイスに対応

トラック、アナログ数値入力、ボタン、ダイヤル、フォースフィードバック装置など、様々なデバイスの種類ごとに最適なプロトコルが定義されている。また多種多様なメーカーのデバイスにも対応可能である。

② 遠隔通信と低レイテンシ通信

サーバー・クライアント間は TCP/IP を用いた通信をする。サーバーとクライアントの存在場所に制限することなくシステムの構築が可能である。またトラックデバイスは通信の確立に TCP を用い、実際のデータ送付に UDP を用いるで、レイテンシを抑えることが可能である。つまり、デバイスに対してデータ伝送などを要求してから、結果が返送するまでの遅延時間を少なくすることが可能である。これにより、効果的にネットワーク障害時の再同期が可能である。

③ 高い汎用性

現在、VRPN の SDK は C++ のクラスライブラリとして実装されており、Windows、Linux、Mac などの各種プラットフォームで開発可能である。

④ 様々なデバイスのためのサーバープログラムが実装

VICON などのモーションキャプチャシステムをはじめ、キーボード、Wii リモコン、Xbox のコントローラなどの実装コードが VRPN の SDK あるいはオプションとして利用可能である。

本研究で開発した VRPN システムについて述べる。VRPN システムを利用すれば、モーションデータをリアルタイムに遠隔地へ伝送可能となる。図 1 に本システムのシステム概要を示す。本システムは主にモーションキャプチャシステム、Cortex PC、VRPN サーバー PC、VRPN クライアント PC で構成している。図 1 のようにモーションキャプチャシステムと Cortex PC との間にはネットワークハブ (Network Hub) があり、モーションキャプチャカメラ 1 台ずつをネットワークハブに接続し、また Cortex PC とネットワークハブを接続する。そうすることでモーションキャプチャカメラの情報がネットワークハブを通して Cortex PC へ送出され、処理することが可能となる。Cortex PC で処理したフレームデータは再度違うネットワークハブを通過し、VRPN Server PC へデータを伝送する。このときデータ伝送には EVaRT SDK2 を用いる。VRPN Server PC で受け取ったフレームデータから必要な情報 (セグメントの位置・回転情報) を VRPN (Virtual Reality Peripheral Network) を用いてクライアントへ伝送する。このときブロードバンドルータを経由した WAN 環境においても伝送可能である。VRPN Client PC では VRPN サーバーから送出された各セグメントの位置・回転情報を受け取りキューに格納し、CG 空間上へ表示させることが可能となる。

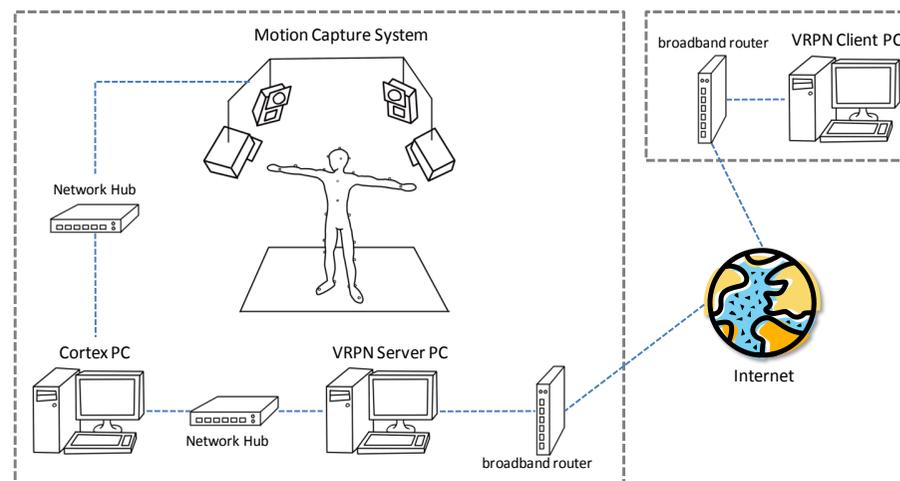


図 1 リアルタイムネットワーク伝送システムの概要

2.1 VRPN サーバー

VRPN サーバーは Cortex から送出されたセグメントのモーションデータを WAN 環境下でクライアントへ伝送することが可能である。図 2 のようにモーションキャプチャシステムと Cortex PC, Cortex PC と VRPN Server PC とを LAN で接続する。モーションキャプチャシステムは Cortex PC へ各モーションカメラで撮影した画像情報を送出する。Cortex PC は VRPN Server PC へ EVaRT SDK2 を用いてモーションのフレームデータを送出する。VRPN Server PC 内では Cortex PC から送られてきたフレームデータをリングバッファに蓄積する。蓄積されたフレームデータを VRPN クライアントへの伝送用と VRPN Server PC 内の画面出力用にそれぞれ呼び出す。VRPN Server PC に VRPN Client PC が接続すると、データが伝送される。VRPN クライアントへ伝送するデータはリングバッファに蓄積されたフレームデータ内のセグメントのモーションデータである。

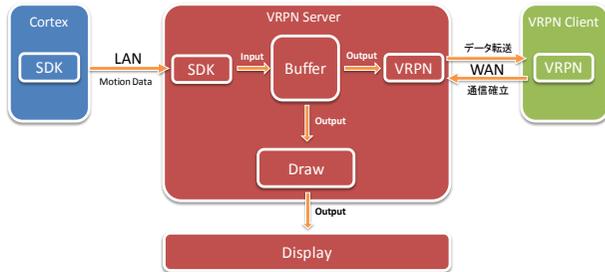


図 2 VRPN サーバーのシステム概要

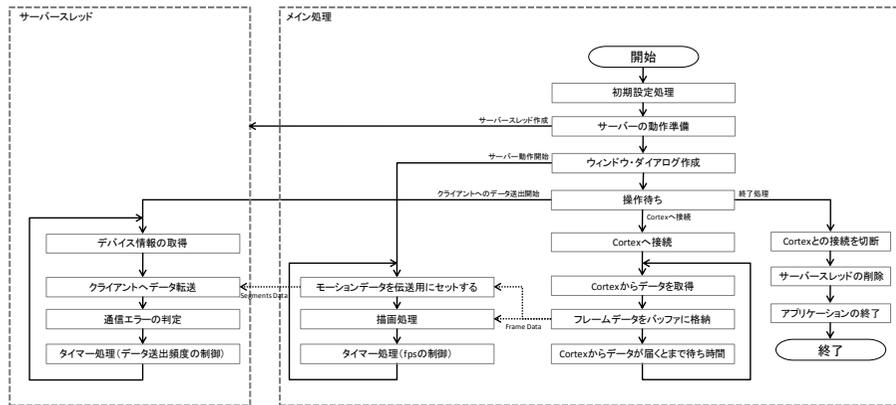


図 3 VRPN サーバーのデータ処理

2.2 VRPN クライアント

VRPN クライアントは VRPN サーバーから WAN 環境下で送出されたモーションデータを受け取り、そのデータを元にモデルを描画することが可能である。モーションキャプチャシステムからフレームデータを受け取った VRPN サーバーは VRPN を用いてセグメントのモーションデータを VRPN クライアントへ送出する。VRPN サーバーと VRPN クライアントは WAN 環境での接続を可能とし、通信の確立には TCP, 実際のデータ伝送には UDP を用いる。VRPN クライアントに転送したモーションデータは VRPN クライアント内のキューに一時的に蓄積され、描画処理の際にキューから取り出しモデルを描画する。

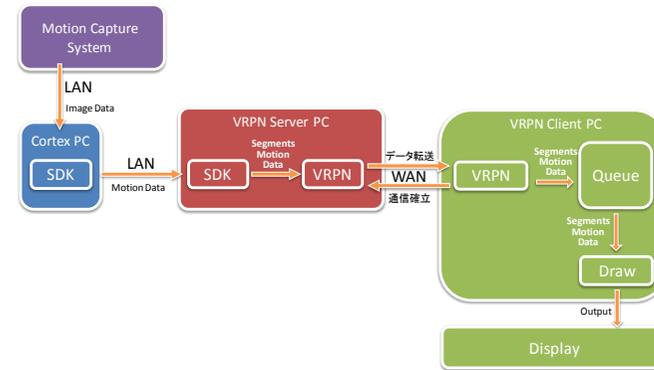


図 4 VRPN クライアントのシステム概要

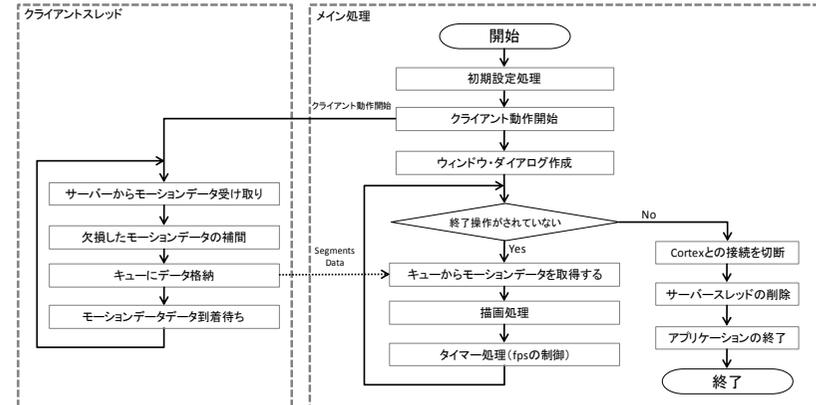


図 5 VRPN サーバー全体の処理概要

2.3 VRPN サーバー・クライアントの接続形態

本研究で開発したリアルタイムネットワーク伝送において、WAN 接続から NAT を経由する接続まで様々な接続形態がある。それぞれの接続形態を図 6 に示す。②の接続の場合、WAN へ直接繋ぐ場合は VRPN サーバー・クライアント共にその数に上限はない。④の接続の場合、VRPN サーバー・クライアントが NAT を経由する場合、上限はない。

①VRPN サーバー1 台と VRPN クライアント 1 台が WAN 接続



②VRPN サーバー2 台と VRPN クライアント 2 台が WAN 接続



③VRPN サーバー1 台と VRPN クライアント 1 台が NAT 経由で接続



④VRPN サーバー2 台と VRPN クライアント 2 台が NAT 経由で接続



⑤VRPN サーバー1 台と VRPN クライアント 1 台が NAT 経由で接続



図 6 リアルタイムネットワーク伝送の接続形態

3. キャラクター表示システム

本システムは、多地点の遠隔地にあるリアルタイムモーションキャプチャシステムを VRPN を用いたリアルタイム伝送技術で接続し、リアルタイムレンダリング技術で統合した 3 次元グラフィックエンジンを用いてキャラクターコンテンツを AR/VR 環境下で表示するシステムである。リアルタイムモーションキャプチャシステムは、MotionAnalysis 社の MAC 3D Rapter-E システム、リアルタイムレンダリングエンジンは、プレミアムエージェンシー社の千鳥エンジンを採用している。リアルタイムモーションキャプチャシステムは、システム内の遅延が 3 フレームで EvaRTSDK2 で骨格モデルの位置と回転情報を取得可能である。リアルタイムレンダリングエンジンの千鳥エンジンは、ゲーム開発などの実績もあり、3D シェーディングとポストエフェクト処理、リアルタイムレンダリングのフレーム処理が安定している。そして、リアルタイムレンダリング技術で統合した実写映像と CG 映像を光学式シースルーHMD でキャラクターを AR で表示する。本システムは 2010 年 10 月 14 日～2010 年 10 月 17 日までの 4 日間東京都の日本科学未来館にて開催された『DIGITAL CONTENT EXPO 2010』で展示した。その展示内容を実例として、図 7 にキャラクター表示システムの概要、図 8 にキャラクター表示システムの構成、図 9 にキャラクター表示システムのデータの流れを示す。

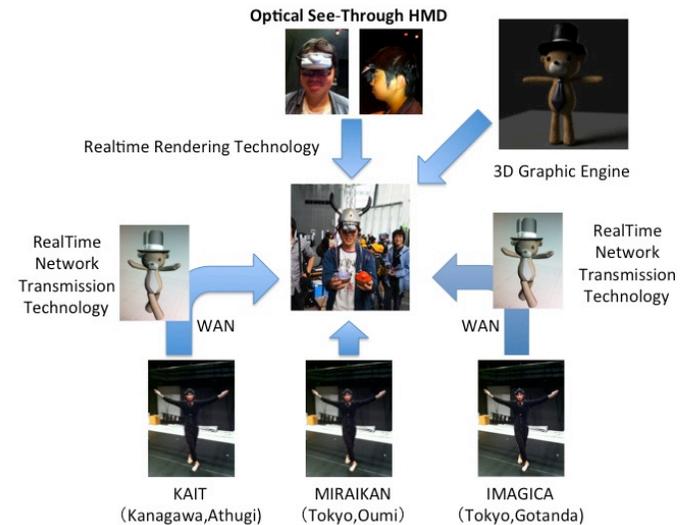


図 7 キャラクター表示システムの概要

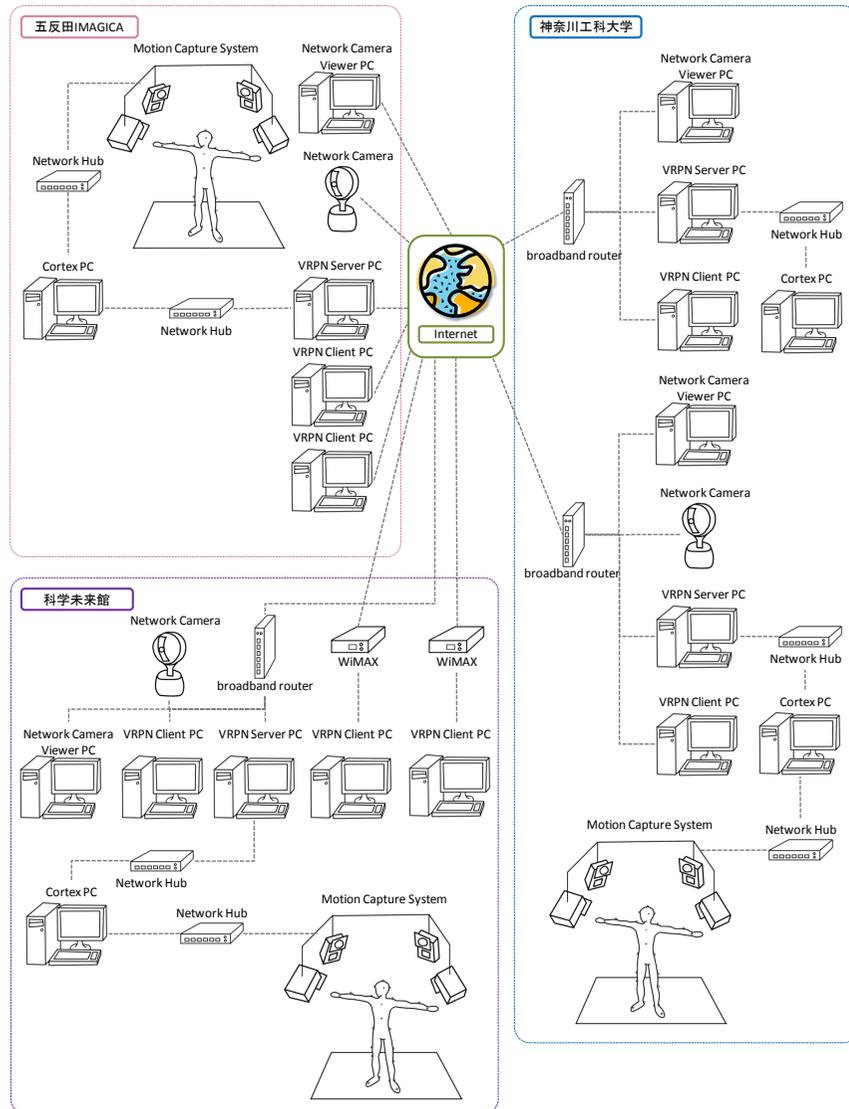


図 8 キャラクター表示システムの構成

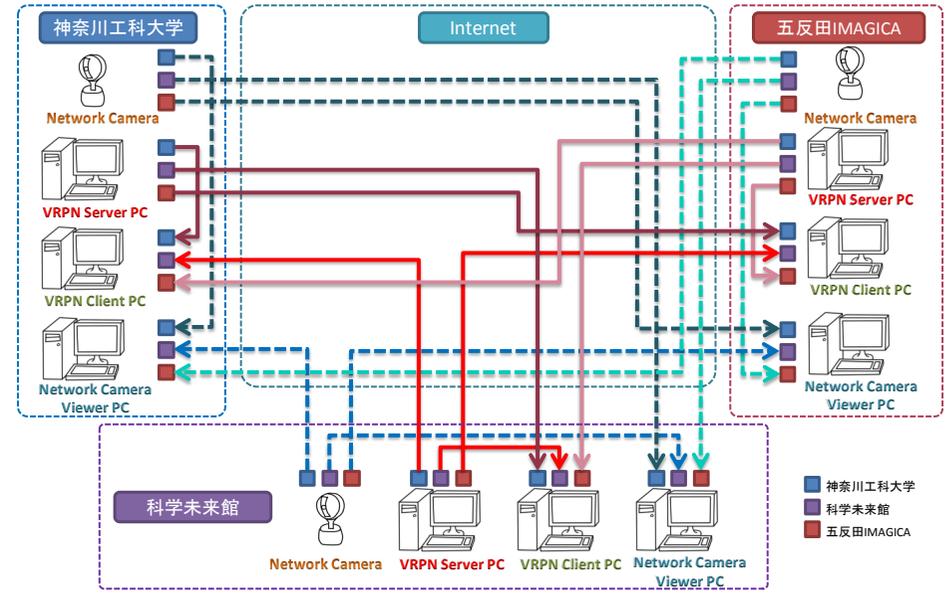


図 9 拠点間のデータの流れ

リアルタイムモーションキャプチャシステムは、3 拠点設置する。1 拠点は東京都品川区東五反田にある株式会社 IMAGICA の施設（以後、五反田 IMAGICA）である。2 拠点は神奈川県厚木市下荻野にある神奈川工科大学である。3 拠目が東京都江東区青海にある日本科学未来館である。3 拠点ともモーションキャプチャシステムを設置し、リアルタイムネットワーク伝送システムで拠点間を接続する。また、3 拠点それぞれにネットワークカメラ（Network Camera）を 1 台ずつ設置する。ネットワークカメラは設置した拠点の映像を配信する。

デモンストレーションの内容は各拠点に設置したモーションキャプチャシステムで計測したモーションデータを各拠点に設置した VRPN サーバーでデータを送出し、一つの VRPN クライアントが各拠点の VRPN サーバーからデータを取得し、一つの CG 空間内に表示するものである。デモンストレーションの具体的な内容は、女性キャラクターの周りを神秘的なクラゲが回り、それをカメラで撮影するものである。このカメラとは CG 空間内の視点位置を決めるカメラのことである。日本科学未来館では女性キャラクター、五反田 IMAGICA ではクラゲ、神奈川工科大学ではカメラを担当する。図 10 に神奈川工科大学の様子を示す。中央にカメラをスタンバイしている。図 11 に五反田 IMAGICA を示す。手前の人々がクラゲに見立てた棒を振りクラゲが浮遊する。

日本科学未来館における展示内容を図 12 に示す. 図のようにモーションスーツを着用したアクターとディスプレイ内の女性キャラクターが同じ動きをしている. さらにディスプレイの上方には薄い桃色のクラゲが浮遊している. このクラゲの位置と方向は五反田 IMAGICA からの伝送された情報で表示している. また CG 空間の視点位置と方向は, 神奈川工科大学から伝送されている. これらの処理はすべてリアルタイム処理で実行することを確認した.



図 10 神奈川工科大学



図 11 五反田 IMAGICA



図 12 日本科学未来館における展示内容

4. おわりに

本研究では, 多地点の遠隔地にあるリアルタイムモーションキャプチャシステムを VRPN を用いたリアルタイム伝送技術で接続し, リアルタイムレンダリング技術で統合した 3 次元グラフィックエンジンを用いてキャラクターコンテンツを AR/VR 環境下で表示するシステムを構築した. リアルタイムネットワーク伝送では, NAT 経由で VRPN サーバ, クライアント間での接続を可能するために VRPN ライブラリを拡張した. この拡張した VRPN ライブラリを用いることで, 現在のインターネット接続構成での利用を可能とした. また, 実証実験の際, 遅延時間を最小で接続していることを確認した. また, AR 及び VR 環境において, 伝送されたモーションデータからリアルタイムレンダリング技術を用いて CG キャラクターを描画するシステムを構築した. 利用者の操作と表示の CG キャラクターのインタラクティブ性を高め, エンタテインメント分野において, より豊かなコンテンツを提供することが可能である.

今後の課題は, 開発した VRPN システムにおいては, ユーザインタフェース部を強化し, パッケージ化を目指す. 描画においては, 独自のリアルタイムレンダリングの描画エンジンを開発し, VR の環境だけでなく, AR 環境での利用を検討する. また同時に実際の放送, イベント, デジタルサイネージ, AR, PreViz での利用を検討する次第である.

謝辞 本研究を遂行するにあたり, 開米雄太郎氏の多大なるご協力を得た. ここに感謝の意を表する.

参考文献

- 1) 久野忠文, 坂本敏幸, 佐藤裕幸: リアルタイム・モーションキャプチャの放送利用, グラフィックスと CAD, 79-5 (1996).
- 2) 米元聡, 有田大作, 谷口倫一郎: 多視点動画像による実時間全身モーションキャプチャシステム—視覚に基づく仮想世界とのインタラクション—, 映像情報メディア学会誌, Vol.54, No.3, pp.409-416 (2000).
- 3) 橋本直: 3D キャラクターが現実世界に誕生! ARTToolKit 拡張現実感プログラミング入門, アスキー・メディアワークス (2008).
- 4) 一刈良介, 川野圭祐, 柴田史久, 田村秀行, 映画制作を支援する複合現実型プレビューリゼーションとカメラワーク・オーサリング, 日本バーチャルリアリティ学会論文誌, Vol.12, No.3, pp.343-353 (2007).
- 5) VRPN, <http://www.cs.unc.edu/Research/vrpn/>.
- 6) 繁田浩功, 桑野浩, 河村拓馬, 坂本尚久, 野崎一徳, 江原康生, 清川清, 小山田耕二, 竹村治雄: タイルドディスプレイを用いた大規模ボリューム可視化システム向け 3 次元ユーザインタフェースの提案, 第 14 回日本バーチャルリアリティ学会大会論文集, (2009.9).
- 7) Marc Cavazza, Jean-Luc Lugin, Simon Hartley, Marc Le Renard, Alok Nandi, Jeffrey Jacobson, Sean Crooks: Intelligent Virtual Environments for Virtual Reality Art. Press, New York (1973).