



プロジェクト

PROJECT

分散マルチメディアの研究

～視覚・聴覚・触覚メディア通信の高品質化を目指して～

石橋 豊 (J56)

インターネットを用いた分散マルチメディアアプリケーションの高品質化・高機能化を目指して、その基盤となる技術の研究を行っています。この種のアプリケーションにおいて、コンピュータデータ、ビデオ（視覚メディア）、音声（聴覚メディア）だけでなく、触覚、味覚、嗅覚メディアと一緒に扱われようとしています（すなわち、五感情報通信）。このうち、視覚・聴覚・触覚メディア通信を研究対象としています。

インターネットのようにサービス品質（QoS: Quality of Service）が保証されないネットワークを介して、これらのメディアを転送すると、ネットワーク遅延やその揺らぎ、及びパケット欠落等によって、それらのメディアのQoSが大きく劣化する可能性があります。これを避け、高品質な分散マルチメディアアプリケーションを実現するためには、QoS制御（QoSをできるだけ高く維持する制御）が必要となります。

分散マルチメディアアプリケーションの代表例として、アバタ（化身）を含む分散仮想環境、触る分散仮想博物館、触覚メディアを用いた協調作業、触覚を利用した遠隔制御システム、触覚メディア・ビデオ伝送システム、ネットワーク型リアルタイムゲーム、及びシンクライアントシステムを扱っています。以下に、これらの概要を示します。

(1) アバタを含む分散仮想環境

利用者は、アバタを利用して、CG（コンピュータグラフィックス）で構築された3次元仮想空間内を自由に移動して、他の利用者とは話を行います。アバタとして、CGオブジェクトだけでなく、ビデオや音声等の連続メディアを含むものを用いることによって、利用者の表情をより

豊かに表現することができます。

図1は、三人の利用者が3次元仮想空間内でアバタの両腕を使ってじゃんけんを行っている様子を示しています。高いインタラクティブ性を必要とするじゃんけんを用いて、ネットワーク遅延がインタラクティブ性に与える影響を調査しています。

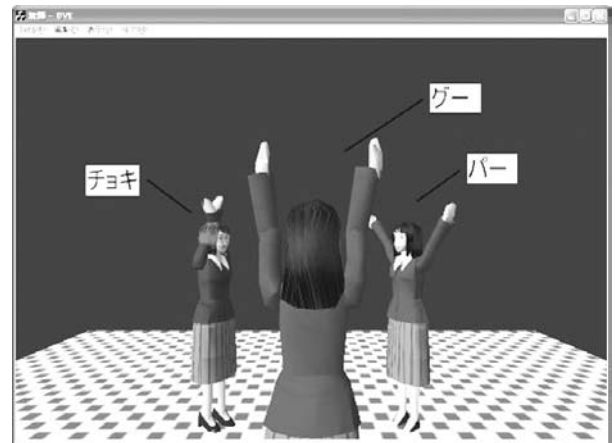


図1. CGアバタを用いたじゃんけん

(2) 触る分散仮想博物館

触る分散仮想博物館では、図2に示すように、複数の利用者が触覚インタフェース装置（触覚メディアの入出力装置）を用いて展示オブジェクト（エジプトのミイラ像、恐竜の化石、ゴッホのひまわり）に触りながら説明を聞くことができます。また、展示オブジェクトの重さを感じるため、その展示オブジェクトを持ち上げて動かすこともできます。触る分散仮想博物館では、貴重で触ることができない実際の展示物に仮想的に触ることができるようにします。

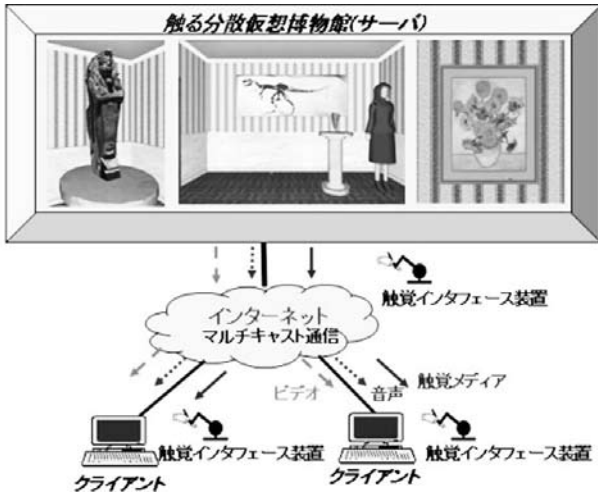


図2. 触る分散仮想博物館の構成

(3) 触覚メディアを用いた協調作業

触覚インタフェース装置を用いて、3次元仮想空間内のオブジェクトに触り、遠隔設計や手術シミュレーション等の協調作業を行います。触覚メディアと音声やビデオを併用することによって、作業効率が大きく改善されることが期待されます。

図3は、二人の利用者が触覚インタフェース装置のカーソル（触っている点または触ろうとしている点）で屋根の積み木を持ち上げ、積み木の家を組み立てている様子を示しています。多様な触覚インタフェース装置（PHANToM Omni、PHANToM Desktop、SPIDAR G-AHS、Falcon等）間の協調作業による積み木遊び等を対象とし、装置間の仕様の違いの吸収方法を検討しています。

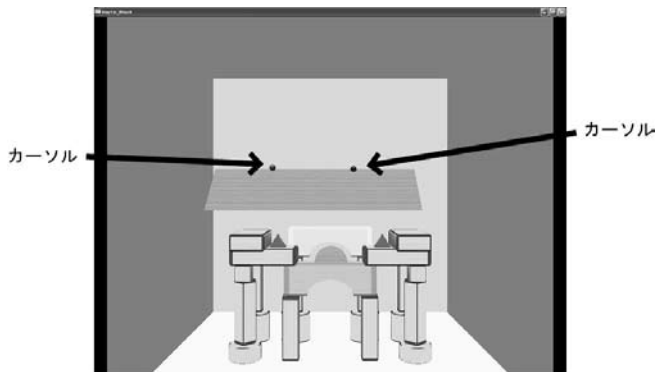


図3. 積み木の家

(4) 触覚を利用した遠隔制御システム

一つの触覚インタフェース装置を用いて、遠隔にある別の触覚インタフェース装置を制御します。そのようなシステムの例として、遠隔習字システムと遠隔描画指示システムを扱っています。遠隔習字システムでは、図4に示すように、3次元仮想空間において、先生が生徒の手の上から手を添えて、生徒の毛筆を誘導し、文字を教示します。生徒は、先生の筆の動きを触感することができます。遠隔描画指示システムは、先生と生徒がインタラクティブに力覚を共有できるようになっており、絵画や図形の描き方等を教示します。生徒だけでなく、先生も相互に画筆の動きを触感することができますので、高効率な運筆の誘導を可能とします（図5参照）。

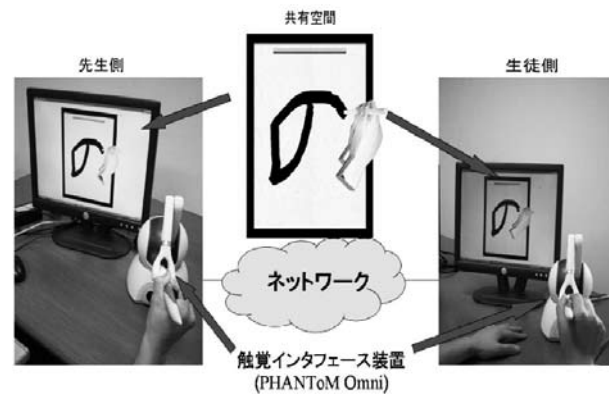


図4. 遠隔習字システム

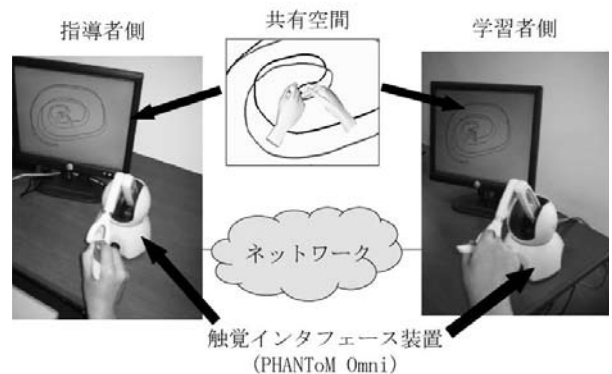


図5. 遠隔描画指示システム

(5) 触覚メディア・ビデオ伝送システム

触覚メディア・ビデオ伝送システムは、ある利用者の手元にある実際の物体の触感を、遠隔

地にいる利用者に伝えます（図6参照）。図6は、ルービックキューブに触っている様子を示しています。このシステムを用いて、触覚メディアとビデオの出力タイミングのずれ（メディア間同期誤差）が人の知覚に及ぼす影響を調査しています。

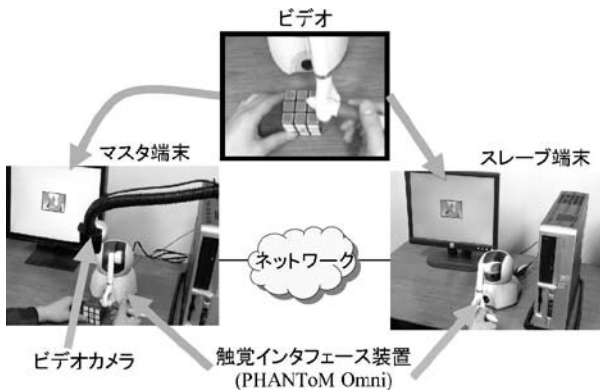


図6. 触覚メディア・ビデオ伝送システム

マスタ端末の利用者が実際の物体に触ったときの触感と、触っている様子をビデオでスレーブ端末の利用者に伝える場合と、スレーブ端末の利用者がマスタ端末のところにある実際の物体のビデオを見ながら、主体的にその物体に触り、触感を得る場合の二通りを扱っています。前者の場合には、触覚メディアが片方向に伝送されるのに対して、後者の場合には、両方向に伝送されます。従って、後者の場合の方が高いインタラクティブ性が要求されます。

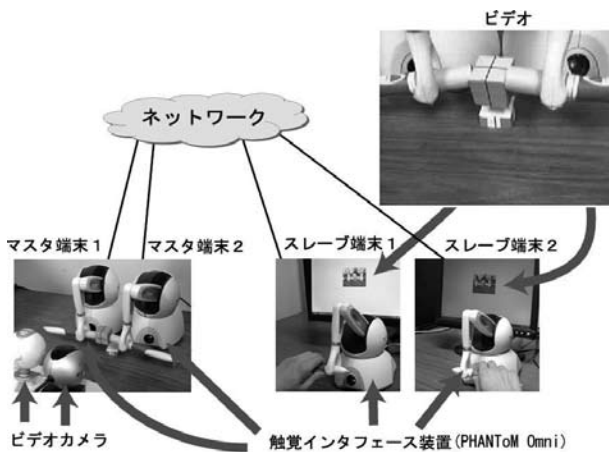


図7. 触覚メディア・ビデオ伝送システムを用いた協調作業

また、上記の両方向に触覚メディアが伝送される場合のシステムを2組用いることにより、スレーブ端末の利用者は協調作業を行うことができます（図7参照）。図7は、遠隔操作されたマスタ端末の触覚インタフェース装置を用いて箱を挟んで持ち上げ、台の上に載せる作業を示しています。なお、このシステムの扱い方としては、2台の触覚インタフェース装置を一人の利用者が両手で扱う場合と、遠隔地に居る二人の利用者が1台ずつ扱う場合があります。このようなシステムは、将来的には、遠隔手術への応用が考えられます。

(6) ネットワーク型リアルタイムゲーム

ネットワーク型リアルタイムゲームとして、レーシングゲームとシューティングゲームの二つを検討対象としています。ネットワーク型レーシングゲームでは、利用者は、自分の車を操作して、対戦相手の車と競争します（図8参照）。

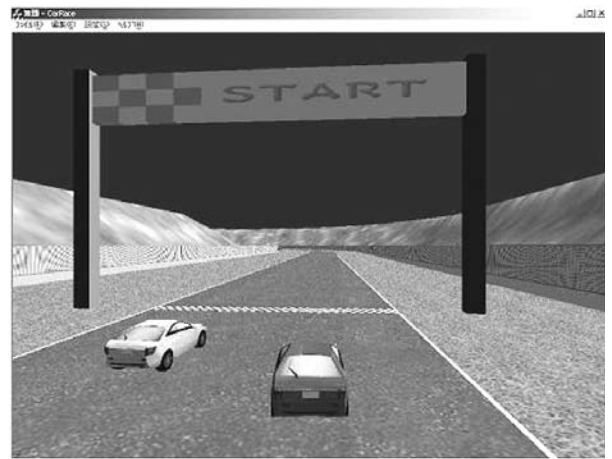


図8. ネットワーク型レーシングゲーム

触覚メディアを利用したネットワーク型ゲームとして、図9に示すように、二人の利用者が触覚インタフェース装置を用い、仮想空間内のオブジェクト（剛体の立方体）を操作し、目標物体を消去する回数を競います。各利用者は、触覚インタフェース装置のカーソルで、各自のオブジェクトを持ち上げ、目標物体を内包するように移動させます。目標物体は、どちらかのオブ

ジェクトに内包されると消滅し、ランダムに決定される新たな場所に表示されます。因果関係、一貫性、及び利用者間の公平性を維持することが要求されます。ゲームの画面と一緒に、利用者の音声やビデオを出力することにより、更に臨場感のあるゲームを実現することができます。

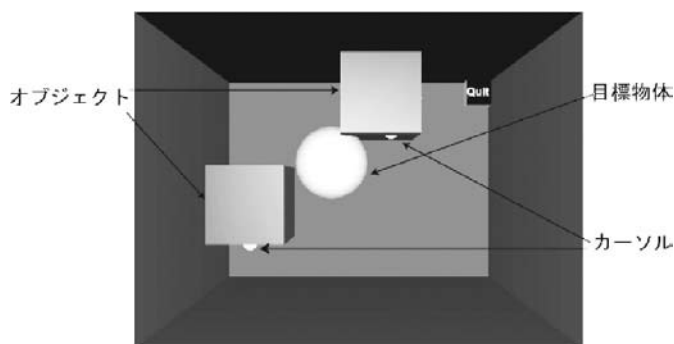


図9. 触覚メディアを利用したゲーム

(7) シンクライアントシステム

シンクライアントシステムとしてiSCSIシステムを構築しています(図10参照)。iSCSIは、記憶装置とコンピュータの通信に使うSCSI (Small Computer System Interface) をIPネットワーク経由で送受信するためのプロトコル(通信規約)です。iSCSIシステムを用いて、ビデオの転送実験を行っています。ビデオを高品質に出力するための制御について研究しています。

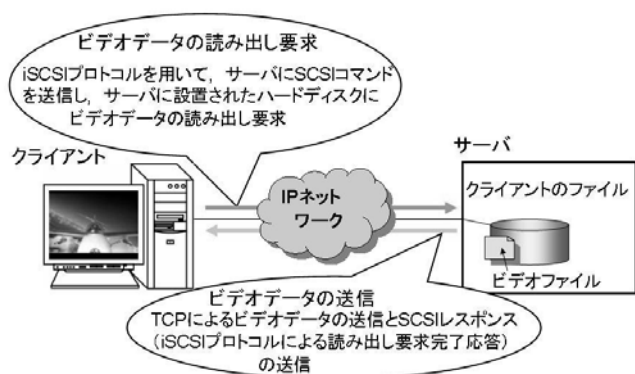


図10. iSCSIシステムを用いたビデオ再生

高品質なビデオ出力を実現するためにビデオファイル切替制御を提案しています。この制御では、情報量の異なる複数の同じコンテンツのビデオファイルを予めサーバに配置し、サーバとクライアント間のネットワーク状況に応じて、動的にビデオファイルを切り替えます(図11参照)。これにより、ネットワーク状況が悪化した場合にも、ビデオの表示が途切れることなく、滑らかに再生されることを可能とします。

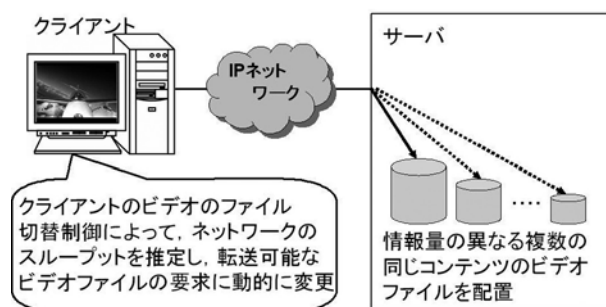


図11. iSCSIシステムにおけるファイル切り替え制御

以上の分散マルチメディアアプリケーションを対象とし、QoS制御として、主に以下の制御を研究しています。

- メディア同期制御
- 因果順序制御
- 一貫性制御
- トラヒック制御
- Dead-reckoning (推測航法)
- 反力の適応制御
- 誤り制御
- CPU処理負荷制御
- 適応型QoS制御

ここでは、これらのQoS制御の説明を省略しますので、興味のある方は、次のホームページをご覧ください。

<http://nma.web.nitech.ac.jp>