

ネットワーク対応仮想現実感システムにおけるグループ通信制御機能

2M-4

中村 暢達 篠原 克也

NEC C&C システム研究所

1 はじめに

近年、計算機の作り出す疑似的な3次元世界をリアルタイムで体験する仮想現実感(Virtual Reality, VR)の研究が盛んである。このVRの技術と通信を結び付けて、臨場感通信やテレ・プレゼンスの研究も盛んに行われている[1]。

我々はワークステーションの作り出す人工的な作業空間に、複数の操作者が離れた場所からネットワークを通じて参加し、リアルタイムで協調作業を行うことができるネットワーク対応仮想現実感システムの開発を行ってきた[2]。

このようにネットワークを通して、複数の操作者間の有効なコミュニケーションを実現するためには、グループウェアが重要な問題となる[3]。本稿では、仮想現実感を用いた協調作業空間の実現のための、グループウェアの通信制御機能について述べる。

2 ネットワーク対応VR

まず、我々が開発を行ってきたネットワーク対応VRシステムについて述べる。(図1参照)。本システムは、ネットワークの通信制御部のVRサーバと、ユーザ・インタフェース部のVRクライアントから構成される。図1では、Ethernetを用いたLANであるが、LAN間接続したネットワークにおいても実現可能である。

個々のVRクライアントでは、データグローブ(VPL社製、両手でも片手でも可)を用いて、ユーザの手の動きをリアルタイムで計測し、その動きに対応して計算機内の3次元物体情報を更新し、グラフィックス表示を行う。本システムでは、リアルタイム表示を行うために、グラフィックスワークステーション(SGI社製)を用いている。VRクライアントの様子を図2に示す。図2では自分の手が仮想の作業空間に入り込んで、飛行機のモデルを作成しているところである。本システムでは、モデルを持って移動させる、組立、分解、簡単な変形、色変更などを行うことができる。

各VRクライアントとVRサーバは、スーパーサーバ/クライアント方式で接続され、ネットワークを通して、3次元情報を通信することによって、個々のWSの作業空間を共有し、1つの仮想的な協調作業空間(VR空間)を実現する[4]。

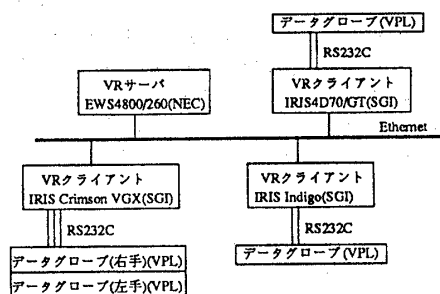


図1: ネットワークVR実験システム構成図

Collabotation Control for Networked Virtual Reality
Nobutatsu NAKAMURA and Katsuya SHINOHARA
C&C Systems Research Laboratories, NEC Corporation

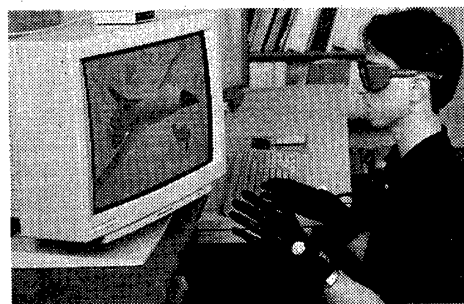


図2: 仮想現実感システム例

3 グループ通信制御機能

3.1 データの共有化

ユーザが3次元物体の位置または形状などを変更しようとする時、VRクライアントは、3次元物体情報のデータ更新要求を発行する。データ更新要求は、図3に示すように、データ更新コマンドの形で他のVRクライアントに通知される。3次元形状情報の更新は、各VRクライアントでローカルに行われる。この方式の特徴は、ユーザの3次元物体操作に対するフィードバックが、ネットワークを介さず、ローカルデータを更新し、グラフィックス表示するので、ユーザ・インタラクティブ性が優れていること、また、通信データ量が小さいデータ更新コマンドを通信するので、通信処理が高速であること、である。

このように各VRクライアントでローカルにデータを保持する場合、ローカルデータ間の整合性に矛盾が生じないために、次のような作業が必要となる。

1. 初期状態の統一
2. 同一データへの同時アクセスの回避(排他制御)
3. データ更新情報の順序制御

データの初期化 VRクライアントがVRサーバに接続要求する時、VRクライアントはローカルに保持している協調作業の対象となる3次元物体情報のデータを、共有データとして登録するようにVRサーバに要求する。VRサーバは登録した3次元物体情報のデータを、その時点で接続されているVRクライアントに通信する。VRサーバは、接続要求を行ったVRクライアントに対して、既に登録されている共有データを通信する。VRクライアントは共有データをローカ

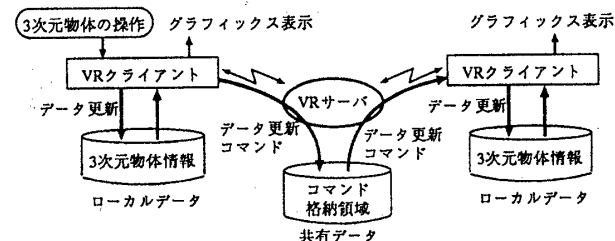


図3: データ更新要求の情報の流れ

ルな3次元物体情報のデータ領域に格納する。途中参加や作業途中における新たな共有データの登録も同様に行う。

排他制御 複数のユーザが同一の物体に対して、同時に位置または形状などを変更しようとする、各VRクライアントのローカルデータ間の整合性に矛盾が生じる。そこで、VRサーバにおいて各物体に操作権を設定し、ユーザが物体を操作しようとする時、VRクライアントはVRサーバにその物体の操作権を要求する方式にした。VRサーバは、操作権の要求に対して、その物体の操作権がロックされているかどうか調べ、ロックされていないければ、操作権を許可し、要求クライアントから物体の操作権の解放があるまで、操作権をロックする。他のユーザが操作している物体の操作権を要求した場合、操作権はロックされているので、VRサーバは要求クライアントに不許可を通知する。

データ更新情報の順序制御 データ更新情報の順序が異なると、VRクライアントのローカルデータ間の整合性に矛盾が生じる。そのため、VRクライアントが発行するデータ更新コマンドは、TCP/IPプロトコルを用いて通信され、VRサーバにおいてFIFO型のデータバッファで統一的に扱われるので、データ更新情報の順序は保証される。

3.2 操作権制御機能

3次元の協調作業空間において、3次元物体を操作する場合、排他制御だけでなく、さまざまな協調作業を行いたいというユーザの要求がある。我々は、次のような操作権の制御機構を設定した。

- 排他制御
- 多重化
- コンカレント作業
- 協調作業
- 操作権移譲

Aが操作権を持っている物体に対して、Bが操作権を要求した場合を例にして、操作権の制御機構を以下に説明する。

排他制御 Bの操作権要求は拒否され、操作権保持者はAのままである。(図4)

多重化 Bの操作権要求に対して、同一の物体が複製され、オリジナルの操作権保持者はAのまま、Bは複製物体の操作権を保持する。図5は、Aが左の○を□に、Bが右の○を△にする作業を行い、別々の物体が作成される

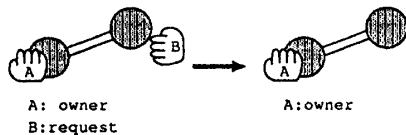


図4: 排他制御

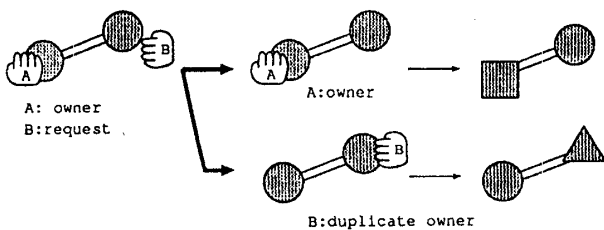


図5: 多重化

様子を示す。

コンカレント作業 Bの操作権要求に対して、3次元物体の一部分の操作権がBに移る。図6は、Aが左の○を□に、Bが右の○を△にする作業を同時に進行し、1つの物体が作成される様子を示す。

協調作業 Bの操作権要求を許可する。ただし、データを統一的に扱うために、ローカルなデータ更新は許可されない。図7は、棒の部分に協調作業対象で、Aが左の○を持ち、Bが右の○を持って動かすと、棒の形状が変更される様子を示す。

操作権移譲 Bの操作権要求は許可され、操作権保持者はBに移る。(図8)

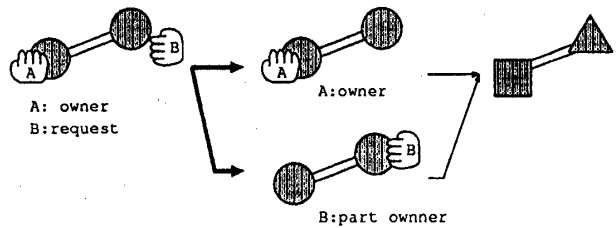


図6: コンカレント作業

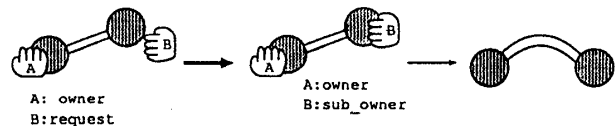


図7: 協調作業

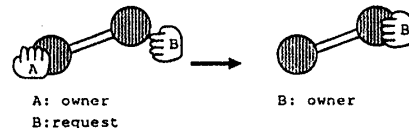


図8: 操作権移譲

3次元物体を階層化されたデータ構造で表現し[5]、各階層に操作権を設定できるようにすることで、上記のような操作権制御機構が実現できる。

4 おわりに

操作権制御機能の中で排他制御については、グループ通信制御機能の基本機能として、ネットワーク対応VRシステムに組み込みを行った。今後、他の操作権制御機能についてインプリメント、比較、実験を行い、このような操作権制御機能の協調作業における有効性について検討する予定である。

最後に本研究の機会を与えて頂いた NEC C&Cシステム研究所の西谷部長、川越課長に感謝致します。

参考文献

- [1] 例えば、館、廣瀬他: バーチャル・テック・ラボ、工業調査会、1992
- [2] 篠原他: 仮想現実のネットワーク化、情報マルチメディアと分散処理研究会、1992.5
- [3] 阪田: マルチメディア分散在席会議システム、情報グラフィックスとCADシンポジウム、1990.11
- [4] 中村、篠原: ネットワーク対応仮想現実システムにおける通信制御方式、1992年電子情報通信学会秋期大会論文集
- [5] 山口富士夫: コンピュータディスプレイによる形状処理工学 [III]、日刊工業新聞社、1988