

次世代仮想現実感空間通信システムのための Peer-to-Peer アクセス制御機構の検討

Access Control Structures on Peer-to-Peer Connections for Next Generation Virtual Reality Telecommunication Systems

加藤 寛治†
Kanji Kato

島村 和典‡
Kazunori Shimamura

1. まえがき

コンピュータグラフィックス(CG)により3次元の街や都市等を生成・表示してユーザにその空間内に居るかのような仮想現実感を与え、かつ、ユーザがその空間内に化身(Avatar; アバタと呼ぶ)をもって姿を現わし、音声やテキストを用いた他者との会話を可能とするシステムが1990年代に活発に研究開発されてきた^{2,3,4,6)}。仮想現実感空間(以下、仮想空間)に人々のコミュニケーション環境を実現するこのシステムはCG、音声、テキスト、映像の使用も考えられ、メディアをフルに活用した次世代アプリケーション候補の1つである¹⁾。

このシステムが多くのユーザを獲得するためには、コミュニケーション環境としてだけではなく、3次元空間でなければ不能あるいは困難な3次元のコンテンツを扱う作業、それも複数人で行う協同作業を支援するものとなるのが肝要である。仮想空間システムをそのような協同作業支援環境とする方向の研究として、CGで作成される3次元オブジェクトを仮想空間とは独立に仮想空間への出し入れ、仮想空間内の移動を可能とするプロトコルが提案されている⁵⁾。筆者らはユーザによる自由な発展が可能なものとして相互にPeer-to-Peer(以下、P2Pと書くことあり)接続する仮想空間システムを検討してきている。本稿ではその発展形態としてP2P接続してかつ3次元オブジェクトを仮想空間とは独立に扱える/操作できる仮想現実感空間通信システムのアーキテクチャを検討開始したのでその内容を報告する。

2. 仮想空間構成要素操作のための定義ファイル

仮想空間システムの主な構成要素として「空間」、「3次元オブジェクト」、「アバタ」(空間内におけるユーザの化身)及び「空間接続リンク」を採用する。「空間接続リンク」はこれまでに筆者らが提案してきた空間を相互に接続する機能要素である。3次元コンテンツを扱う協同作業に関わりが出てくる可能性があること、他の要素とその属性を異にすることから検討対象に含める。

上記4種類の要素はP2Pを前提に考えると各々のデータがユーザ端末(以下、ホストと呼ぶ)内に保持され、他ユーザの必要に応じてデータ転送されて用いられる。各要素はユーザが空間内移動/操作を行うとともに、複数人でのその内容を共有する必要から次に示す「定義ファイル」の形式で記録・保持されるものとする。

(1) 空間定義ファイル

{ WID (空間識別子; 空間定義ファイルの識別子)
URL (移動後のオブジェクト定義ファイルの位置;
ネットワーク上の参照位置を示す)}
(記号 ; 空間を構成するオブジェクトが複数存在する
場合にはそれら全てを加算する - 記載する)

(2) オブジェクト定義ファイル

{ OID (オブジェクト識別子; 定義ファイルの識別子)
URL (オブジェクトのオリジナルデータの参照位置)
M (並進・回転移動マトリクス; 原点からの移動量)
WID (空間識別子; 移動後のオブジェクトが存在する
空間を示す)}

(3) 空間接続リンク定義ファイル

{ LID (空間接続リンク識別子;
空間接続リンク定義ファイルの識別子)
WID (空間識別子; 一方の空間)
M (並進・回転移動マトリクス; 原点からの移動量)
S (縦・横長; 空間接続リンク平面の縦横の長さ)
WID' (空間識別子; 他方の空間)
M' (並進・回転移動マトリクス; 原点からの移動量)
S' (縦・横長; 空間接続リンク平面の縦横の長さ)}

(4) アバタ定義ファイル

{ AID (アバタ識別子; 定義ファイルの識別子)
URL (アバタのオリジナルデータの参照位置)
M (並進・回転移動マトリクス; 原点からの移動量)
P (アバタの動作等のパラメータ情報)
WID (空間識別子; 移動後のアバタが存在する空間)}

各定義ファイルはそれぞれ、1つの空間、1つのオブジェクト、1つの空間接続リンク、1つのアバタについて、その内容を記述するデータである。複数の対象については、複数の定義ファイルを作成して対応する。これらの定義ファイルを複数ユーザ間で共有することにより、空間、空間内オブジェクト、空間接続リンク、あるいは、アバタの共有が成立する。

なお、仮想空間中の音源、光源、映像の表示源については、オブジェクト定義ファイルにそれぞれ音源データ、光源データ、映像データの参照URIを必要に応じて付加する。

上記、各定義ファイルにおける英文字記号は表記の見易さのために書き添えたものである。

† 通信・放送機構 JGNプロジェクト 高知通信トラフィック・リサーチセンター,
TAO JGN project Kochi Traffic Research Center
‡ 高知工科大学, Kochi University of Technology

3. データ共有とアクセス制御

3.1 データ共有のしくみ

各定義ファイルは基本的にはその作成者がオリジナルのファイルを保持する。要求のある他者に適宜そのデータを配送する。データを受信した他者とは同じデータを共有する。即ち、同じ空間、同じ空間内の状態（空間内オブジェクトの配置状態）、同じ空間の相互接続状態、あるいは、同じアバタの空間内位置の状態をオリジナルデータの所有者が他者と共有する。

データ共有は最も基本的には、オリジナルのデータ所有者がデータの要求者に対して、1) ユーザ認証し、2) データへのアクセス権限を割当てることにより実現する。そこでオリジナルのデータ所有者は1) のためにユーザ ID (UID) とパスワード (ユーザ・パスワード; 以下、UPW) の対照表を、2) のために UID とそのユーザに与えるアクセス権限との対照表をそれぞれ保持して1) 及び2) を実施する。

1) のユーザ認証に関しては既存技術が各種存在するため、本稿では技術の詳細に立入らない。2) のアクセス権限の割当て、アクセス制御について次に述べる。

3.2 アクセス制御の方法

アクセス制御の最も基本的で典型的なものは、ファイル内容を読み出すことは可能であるが、ファイルへの書き込み即ちファイル内容の変更は不可というものである。UNIX におけるユーザに与えられるファイルアクセス権の表記方法に従うならば、{r - -} と表現できる。ファイルへの書き込みを可能とする / 許可する場合は {r w -} である。3 番目のブランクは x (実行可否) である。x は定義ファイルの内容によって使い方は各種考えられる。例えば前章の空間接続リンク定義ファイルについて x はリンクを介した空間移動権限の有無表記に使用可能である。それに対して r と w の制御は比較的単純である。オリジナルのデータ所有者のホストにおいて、ファイルの読み出しとファイルへの書き込みをユーザ毎に禁止 / 許可することによる。

このユーザ毎のアクセス制御を行うユーザは各ユーザ (UID) 毎、各ファイル (FID) 毎にアクセス権限を {r w x} 等で表現したアクセス制御データを保持する。

3.3 グループ対応のアクセス制御方法

仮想空間システムを使った協同作業として、オブジェクトの移動、配置や仮想空間の相互接続を複数人で協力して行い、複数の定義ファイルで構成される複合コンテンツの作成が考えられる。しかし、上記のアクセス制御方法では、アクセス権限の付与を定義ファイル毎に実施しなければならず、全体が見える / 体験できるまでに、要求者側、権限を付与する側の双方に多大な労力を要し実際のでない。そのような労力を省くためには、ユーザから特定定義ファイルへのアクセス権限要求があったときに、その定義ファイルを含む複数の定義ファイル $F_j (j=1, \dots, N)$ について一括してアクセス権限を与える方法が必要である。また、アクセス権限要求への対応を、複合コンテンツを作成した複数人のうちのだれでもが対応可能とできれば便利である。アクセス権限管理のためのアクセス制御データは、基本的には各定義ファイルの作成者あるいは所有者のホストで管理され、他者には参照や書替えができない。解決方法の一

つとして「グループ定義ファイル」という定義ファイルを作成することが考えられる。内容は次の通りである。

(i) グループ定義ファイル

```
{ GID (グループ識別子)
  (ホスト名) (IP アドレス) (PW) (行番号)
  :
  :
  :
  :
  (ホスト名) ' (IP アドレス) ' (PW) ' (行番号) ' }
```

(ホスト名) はグループメンバのホスト名であり、対応する IP アドレスが記載されている。グループメンバであることを認証し、かつグループで共有するアクセス制御データの読み出し、書き替え権限を得るためのパスワード (PW) および、別用途のために行番号を付与している。グループメンバによるアクセス制御データの読み出し、書き替えのみならず、名前解決の表を提供するとともに、特定ホストがネットワーク接続していない場合にはアクセス権限要求の対応に別ホストを呼び出すことや、またグループ内でのパケットリレー式データ転送にも活用可能であると考えられる。

4. まとめ

3次元コンテンツの移動、操作を伴う仮想空間内協同作業支援環境の提供が、仮想現実感空間通信システムのユーザ獲得に重要である。この観点から、仮想空間の構成要素を移動 / 操作する際に有効な各種構成要素の定義ファイルを提案し、データ共有のためのアクセス制御方法について検討している。グループ対応のアクセス制御方法の必要性を指摘し、名前解決機能を含んだグループ定義ファイルの使用が有効であるとの見通しを得ている。詳細な検討、有効性の評価、確認は今後の課題である。

参 考 文 献

- 1) 青山: “ギガビットネットワークとVR”, 日本VR学会誌, Vol.4, No.1, pp.46-53, 1999.
- 2) 清末, 湯田, 山名, 加藤, 正木, 一之瀬: “クライアントの性能とサービスの多様性に対応した3次元サイバースペースシステムの機能分散サーバアーキテクチャの提案”, 日本バーチャルリアリティ学会論文誌 TVRSJ, Vol.4, No.2, pp.351-356, 1999.
- 3) R. Lea, Y. Honda, K. Matsuda and S. Matsuda, “Community Place: Architecture and Performance,” presentation at VRML 97, 1997.
- 4) H. Nakanishi, C. Yoshida, T. Nishimura, and T. Ishida, “FreeWalk: A 3D Virtual Space for Casual Meetings,” IEEE MultiMedia, pp.20-28, 1999.
- 5) 中尾, 小川, 塚本, 西尾: 共有仮想空間間でのオブジェクトの移動を実現するプロトコル, 情報処理学会論文誌, Vol.44, No.1, pp.176-186, 2003.
- 6) H. Sugano, et. al. “SpaceFusion: A Multi-Server Architecture for Shared Virtual Environments,” presentation at VRML 97, 1997.