

3Dリアルタイムコラボレーションシステム Cyber OpenNet におけるオブジェクト管理の検討

寺島 美昭、宮崎 一哉、佐藤 浩司、前田 慎司、中川路 哲男
三菱電機(株) 情報技術総合研究所

あらまし: 3D仮想空間コラボレーションシステム構築の効率化や空間管理の容易性の実現を目的に、空間内のユーザや物体をオブジェクトとして管理する研究が活発である。我々はこの目的に対し、現実のコラボレーション活動の要件に一致した安全な共有情報の交換等の管理を行う機構が無く、言わば無秩序状態である事がシステムの拡張性と安全性を損なう原因の1つであると考え、この問題を解決するオブジェクトモデルを研究している。Cyber OpenNetでは協調作業支援マネージャが、3D仮想世界を構成する基本要素である空間、コンテンツ、ユーザをオブジェクトとして取り扱い、この中で空間とフェーズにより特定される“場面”に適した秩序を提供する事による解決を検討している。本発表では現実の作業要件に即した秩序ある世界の中で3D仮想空間単位の発展と、ユーザが空間を渡り歩可搬性を備えたオブジェクトモデル、及びその実現について報告する。

An Object Management Architecture for 3D Real Time Collaboration System “Cyber OpenNet”

Yoshiaki Terashima, Kazuya Miyazaki, Kouji Sato, Shinji Maeda, Testuo Nakakawaji
Information Technology R & D Center, Mitsubishi Electric Corp.

Abstract: We propose 3D Collaboration System Architecture “Cyber OpenNet” that provides common facilities to support collaborative works, such as a group communication support facility, a presentation support facility and others. Cyber OpenNet Collaboration Manager is a groupware middleware in Cyber OpenNet. It realizes Cyber OpenNet Object Model and manages public order depend on a real 3D collaboration world. The order is judged whether a user can or can't call methods by a role of a user(such as teacher, student, customer,.....,etc) at that time. As the results, we can efficiently develop and management various collaboration systems on 3D virtual worlds.

1. はじめに

会議、システム開発、手術など目標を共有する複数の人間が相互にインタラクションを取りながら解決を目指す共同作業環境を、ネットワークで接続された分散コンピュータ上で実現する 3D コラボレーションシステムに関する研究が活発である[1][2][3]。この環境では物理的な距離の克服に加え、作業情報の管理や物理現象のシミュレーション、さらには発想支援機能の提供など、コンピュータ資源を有効に活用する事により、協調作業を円滑、かつタイムリに進める新たな支援機能の実現が期待されている。

Cyber OpenNet は近年のインターネットや3Dグラフィックの普及、技術者以外にも理解しやすい高度なマンマシンインタフェースの必要性の要求を背景に、ユーザ間のリアルタイムな同期型コミュニケーションを前提としたマルチユーザ 3D 仮想環境の構築基盤である。本報告ではユーザが空間を渡り歩く可搬性や、空間のダイナミックな生成/削除による発展性、及び空間でのユーザの役割に応じた秩序提供に注目したオブジェクトモデルと、Cyber OpenNet のグループウェア・ミドルウェア機能である協調作業支援マネージャによる実現について述べる。

2. Cyber OpenNet の概要

Cyber OpenNet システム全体構成を、「図1 システム構成」に示す。ここではグループウェア・ミドルウェアレイヤがアプリケーションレイヤへ Cyber OpenNet オブジェクトモデルとして、3D コラボレーションの共通機能を提供する事により、1対1、1対N、N対Nなど様々なタイプの協調作業形態を持つアプリケーションを、それぞれに独自の差分部分の定義で開発する事による生産性向上が図られている。個々のレイヤは次の役割を果たす。

- アプリケーションレイヤ
技術相談支援や災害訓練システムなど特定の協調作業に依存したロジックを持つレイヤ。
- グループウェア・ミドルウェアレイヤ
3D 協調作業空間の定義や管理機能、及び必要に応じて情報の加工や選択を行なうなど、特定の協調作業に依存しない共通的な機能を提供するレイヤ。協調作業支援マネージャが実

現する。

- 分散仮想環境構築基盤レイヤ
OS やネットワーク、計算機ハードウェアなど、コラボレーションシステムのプラットフォームとなるレイヤ。ここでは三菱電機アメリカ研究所が開発したマルチキャストベースの 3D 仮想世界情報の共有機能を提供する Spline(Scalable Platform for Large Interactive Networked Environment) [4][5]を利用する。

現在、Cyber OpenNet プロトタイプシステムは、次のプラットフォーム環境上で動作している。

ハードウェア: Pentium200, Memory 64M
Network: TCP/IP
OS: Windows95/NT4.0

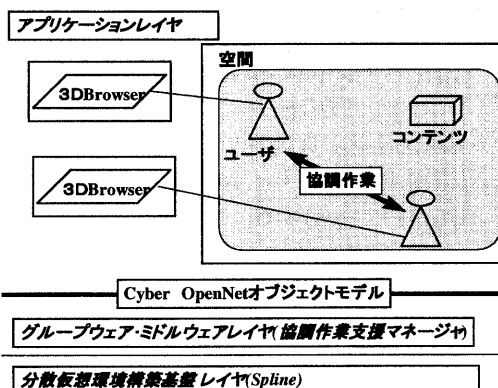


図1 システム構成

以降では、グループウェア・ミドルウェアが提供するオブジェクトモデルと、その実現について議論する。

3. グループウェア・ミドルウェアの課題設定

コラボレーションシステムを構築するためには、3D のイメージ情報の管理だけでなく、多くの協調作業情報の管理としてユーザの役割や空間の種別など、それぞれの要素の独自情報を管理する必要がある。またシステムの発展を考慮した情報管理方法も求められ、システムが巨大化するほど、開発者に大きなアプリケーション開発負荷が加わるという問題点がある。さらにはユーザにとっても仮想世界の構造が複雑になり利用効率も低下する要因となる。Cyber OpenNetは3D世界の情報を管理するミドルウェアである協調作業支援マネージャが、ネットワークなどプラットフォームを持つ複雑さを隠蔽し、3DコラボレーションシステムへCyber OpenNetオブジェクトモデル

を提供する。このオブジェクトモデルでは1つの秩序ある世界が共通機能として提供され、アプリケーション開発や管理の複雑さを回避し、開発者/ユーザは、それぞれのシステムで必要となる独自の部分の取り扱いを最低限に押さえる事による低コスト化が達成できる。

Cyber OpenNetオブジェクトモデルは、「図2 協調作業支援マネージャによる課題の解決」に示すように3D仮想世界を構成する要素として次の3種類を分析し、これらを個別のオブジェクトとして取り扱う。

- ユーザ
- コンテンツ
- 空間

これらのオブジェクトを実現するために、課題を次の2つに整理している。

- 課題1:システムのスケーラビリティ
3D仮想空間を構成するオブジェクトを明確に分離し、相互の依存関係を最低限に押さえたプロセス構成により、ユーザの可搬性と、空間単位の拡張性を提供
- 課題2:“場面”毎に可能なアクションを制限
ユーザがその場面で可能なアクションを制限する事による秩序の提供

課題1はユーザオブジェクトが特定の空間に依存せずに移動して行動するための機能であり、空間単位を空間オブジェクトとコンテンツオブジェクトにより構成し、ユーザオブジェクトと明確に分離したプロセス構成により解決する。

課題2は動的に変化する様々な“場面”対応に、ユーザオブジェクトが起動可能なアクションを制限する事による秩序実現の問題である。ユーザが起こすアクション種別は単にユーザの種類だけではなく、そのユーザが“場面”に果たす役割によりダイナミックに変化する。しかし、システム開発時に、これら環境の影響などを考慮したアクションを規定してしまう事は、空間を渡り歩く場合の拡張性や発展性を損なう事になる。特にインターネットのような異なるベンダが提供する空間の集合として構成される3D仮想空間では、この条件を予め想定したシステム開発自体が不可能である。このため協調作業支援マネージャは、オブジェクト管理部と、この管理情報から、その“場面”での秩序を判断する共有レベル制御部を実装する事により、動的に変化する“場面”に対応した秩序を分析する機能を提供する。

Cyber OpenNet オブジェクトモデル

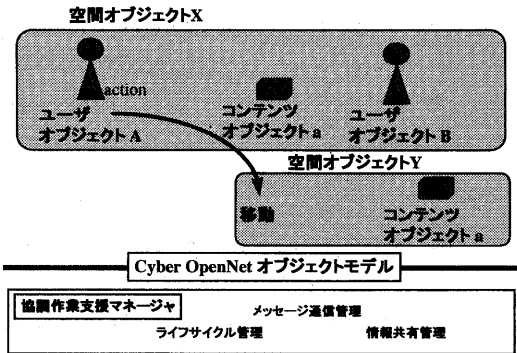


図2 協調作業支援マネージャによる課題の解決

4. Cyber OpenNet オブジェクトモデル

4.1. オブジェクトの基本構造

協調作業支援マネージャが提供する Cyber OpenNet オブジェクトの基本構造を「図3 基本的なオブジェクトモデル」に示す。

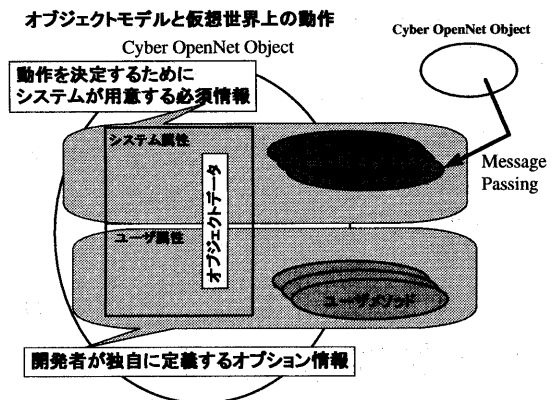


図3 基本的なオブジェクトモデル

オブジェクトはメソッドとデータにより構成されるカプセルである。ここではメソッドとデータを、システム側である協調作業支援マネージャが“場面”判断など、動作に制約を加えるために保持する情報と、ユーザが独自に利用する情報とに分離して管理している。

- システム属性/システムメソッド
協調作業支援マネージャが秩序などオブジェクトの動作に制約を加える判断に利用する必須の情報。
- ユーザ属性/ユーザメソッド
ユーザが定義するオブジェクト独自の情報。

4.2. 課題1への考慮

ユーザと協調作業空間の相互関係を最小限に抑さえ、双方の独立性を高めたソフトウェア構成を実現するために、ユーザ、コンテンツ、空間オブジェクトを2つのカテゴリに分類し、それぞれを別プロセスとして実現する事とした。

- **移動型オブジェクト**

3D仮想空間内を自由に渡り歩くオブジェクトであり、ユーザオブジェクトが相当する。

→ ユーザクライアントプロセスとして実現

- **常駐型オブジェクト**

3D仮想空間を構成する単位空間を構成するオブジェクトであり、空間オブジェクトとコンテンツオブジェクトにより構成される。

→ 協調作業空間サーバプロセスとして実現

以上の関係を「図4 ソフトウェア構成の検討」に示す。相互の影響を最小限に抑さえた構成により、ユーザや空間単位の追加/削除、及びユーザが空間を渡り歩くような可搬性が実現できる。

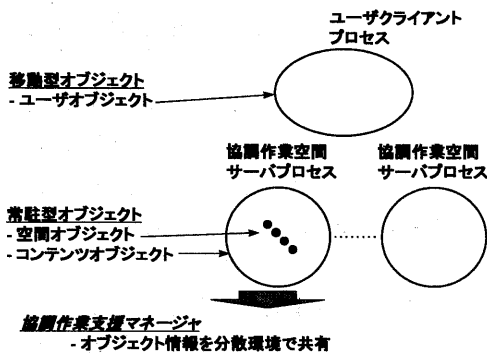


図4 ソフトウェア構成の検討

4.3. 課題2への考慮

3D仮想空間においてユーザが起すアクションとオブジェクトモデルの関係を「図5 アクションの起動」に示す。あるコンテンツに割り付けられた動作をコンテンツオブジェクトのメソッドとしてマッピングし、ユーザオブジェクトがコンテンツオブジェクトに対して起すアクションは、このメソッドを呼び出す事で実現する。ここで、ユーザが3D仮想世界上で何でもできて

しまう事は、逆にリアルな世界の協調作業上に存在する秩序を無視する事になり、作業の効率を妨げる。その結果、特にシステムの発展性があるコラボレーションシステムでは、環境の破壊を招く可能性がある。

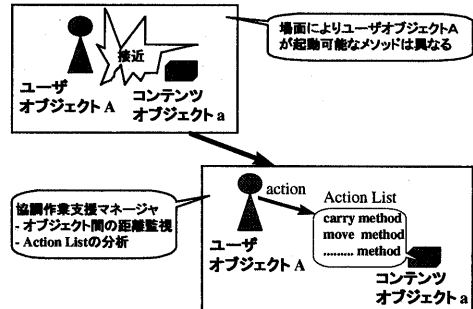


図5 アクションの起動

この問題を解決するためには3D仮想世界上で現実の人間関係や状況に即した秩序の提供が必要である。例えば「図6 役割に応じた秩序の提供」に示すように教室内で試験中の場合と、休み時間の場合では、先生や生徒という役割を持つユーザが起すアクションには違いが生じる。

役割に応じた秩序の提供

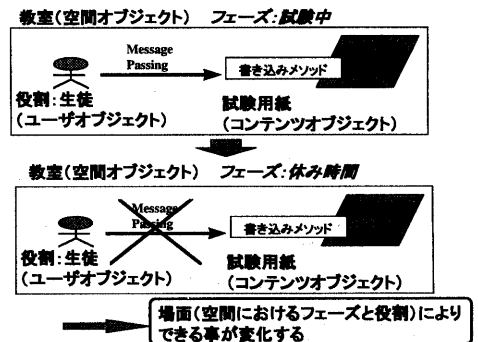


図6 役割に応じた秩序の提供

この課題に対して協調作業支援マネージャは、状況に応じて、そのユーザができる事をアクションリストとして分析する機能を設け、ユーザオブジェクトはアクションリストから起動するメソッドを選択するという方法により秩序を実現する事とした。つまり Cyber OpenNet オブジェクトモデルでは、この秩序をオブジェクトのアクセス制御として実現する。

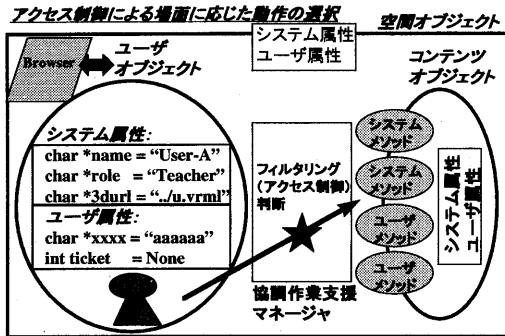


図7 アクセス制御による動作の選択

「図7アクセス制御による動作の選択」では、オブジェクト構成とアクセス制御として実現される秩序の実現について説明している。秩序はその「場面」においてユーザの役割から動的に決定する。例えばユーザオブジェクトは、コンテンツオブジェクトに予め定義された距離以内に接近したタイミングで、そのコンテンツオブジェクトが持つメソッド一覧から、その「場面」で呼び出す事が可能なメソッドをアクションリストとして抽出する。この時の「場面」とユーザの役割情報は、3D仮想世界を構成する要素である空間、ユーザ、コンテンツオブジェクトの持つ情報より決定される事になる。このため、これらの情報はオブジェクトのシステム属性としてマッピングした。

「場面」によるアクセス制御の管理

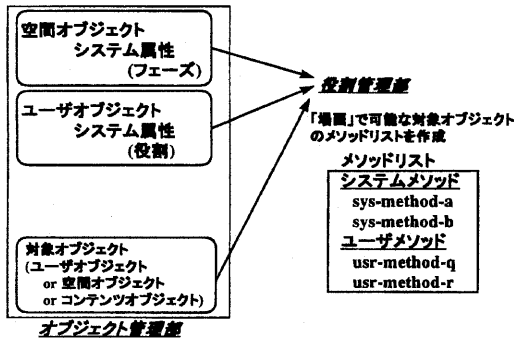


図8 場面によるアクセス制御

「図8場面によるアクセス制御」では具体的に「場面」と役割を分析する情報の種別を示している。ここに示すように「場面」は空間オブジェクト(名前)、空間オブジェクト(フェーズ)から決定し、役割はユーザオブジェクト(役割)を割り当てている。なお、対象となるオ

ブジェクトは必ずしもコンテンツオブジェクトに限らず、空間オブジェクト、ユーザオブジェクトに対して分析する事も可能である。

5. 協調作業支援マネージャの実現

課題2のアクションリストを分析するために、協調作業支援マネージャはオブジェクトを分散管理するオブジェクト管理部と、場面と役割からアクションリストを分析する共有レベル制御部より構成される。オブジェクト管理部は、さらに「図9 協調作業支援マネージャの」に示すように、3種類のサブミドルウェア機能により構成されている。

- グループウェア・サブミドルウェア機能
- オブジェクト・サブミドルウェア機能
- 情報分散/共有・サブミドルウェア機能

協調作業支援マネージャ

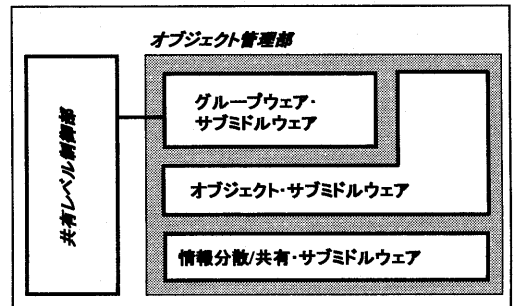


図9 協調作業支援マネージャの構造

移動型オブジェクトと常駐型プロセスは別のメモリ空間に管理されるため、これらを分散管理する事が必要になる。例えば「場面」を決定するために、動的にオブジェクトのシステム属性を収集する情報共有は、情報分散/共有・サブミドルウェアが実現する。「図10分散環境上でのオブジェクト情報の共有」では、このサブミドルウェアが実現する代表的な分散環境上でのオブジェクト情報交換の例として、アクションリストを分析する情報の流れを説明している。

この例ではユーザAオブジェクトが箱コンテンツaオブジェクトのメソッドを起動する場合を想定し、ユーザクライアントが、「場面」で安全なメソッドリストを取得する処理を説明する。この「場面」でのフィルタリングのトリガは、ユーザがコンテンツに接近する事により行われる。協調支援マ

ネージャが実行可能なメソッドのリストを取得するために4つの処理が実行される。

分散環境でのオブジェクト情報の管理(Action List取得例)

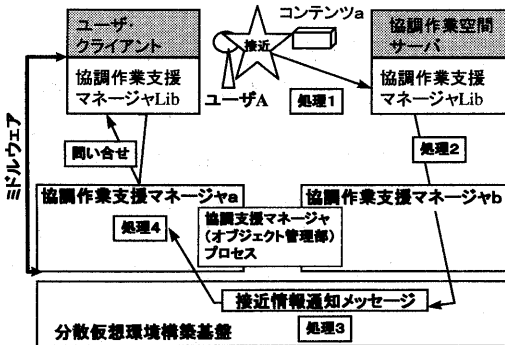


図 10 分散環境上でのオブジェクト情報の共有

- ① 協調作業支援マネージャaはコンテンツとユーザーの距離を監視しており、一定距離内にユーザーが接近した事を検出すると、協調作業空間サーバに接近を通知する(処理1)。
- ② 接近通知を受けたサーバは接近したユーザーオブジェクトを管理するユーザークライアントへの接近通知を、協調作業支援マネージャbを介して依頼する。この時、協調作業支援マネージャbは、現在の空間オブジェクトとコンテンツaオブジェクトのシステム属性を合わせて通知する(処理2)。
- ③ これらの情報は分散仮想環境構築基盤の機能により、ユーザーAを実現しているユーザークライアントの協調支援マネージャaへ伝えられる(処理3)。
- ④ 通知を受けた協調支援マネージャaは、ユーザーAオブジェクトシステム属性を加えてユーザー情報を共有レベル制御部へ通知し、可能なメソッドの一覧を検索を依頼する(処理4)。

以上の機構により、オブジェクトの分散管理が実現され、ユーザーと協調作業空間の位置に依存せず、アクセス制御機能を3D仮想世界上に提供する事ができる。

6. 効果

「図 11 Cyber OpenNet プログラム構成例」に実現されるシステム構成を示す。ここではインフォメーションセンタ(1F)、技術相談室(2F)、 세미나会場(3F)、パーティ会場(4F)の4種類の異なる協調タイプを持つサブ空間より構成される3D仮想世界上に2人のユーザーが存在する構成を示している。これらの各プロセスは、

- アプリケーション
- 協調作業支援マネージャ

- Spline3.0
- Windows95/NT

による同一のソフトウェア構成により実現されている。それぞれの違いはアプリケーション部に定義されており、この部分に差分を定義する事により、ユーザ、空間を表現する事ができる。

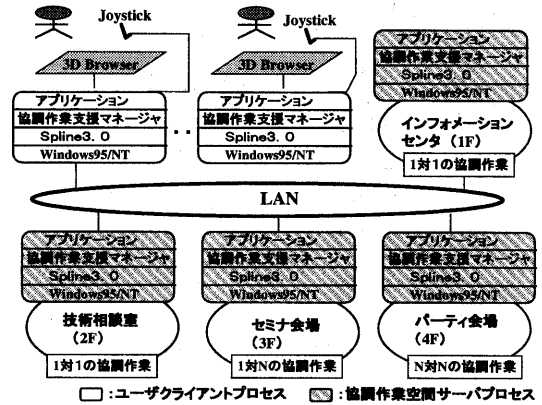


図 11 Cyber OpenNetプログラム構成例

7. おわりに

3D 仮想世界を複数のユーザーで共有するシステムの共通機能をオブジェクトモデルベースに提供する Cyber OpenNet 協調作業支援マネージャ・ミドルウェアについて報告した。この機能により様々な協調作業種別に対応したコラボレーションシステムの構築性や管理の容易性、及びインターネットやイントラネットをターゲットとしたユーザーや空間の拡張性が実現できる。今後は各オブジェクトの動的な変更や分散環境上でのオブジェクトを識別するネーム管理などによる拡張に取り組む予定である。

参考文献

- [1] 蛸崎、ネットワーク型仮想現実環境における3次元オブジェクト情報の通信方式、情処DPS 74-11 (1996.1.25)
- [2] 岡野、RSC:グループウェアのためのオブジェクト共有機構、情処DPS 66-18 (1994.7.8)
- [3] 松並、他、Virtual Communityの提案、情処GW 13-5(1996.7.29)
- [4] 宮崎、分散仮想環境構築基盤Splineの紹介、情処GW 19-8 (1996.7.25)
- [5] R.C.Waters, 小塚、他、分散仮想環境構築基盤ソフトウェア”Spline”、三菱電機技報Vol71 No2 1997