

三次元仮想空間を用いた協同学習支援システム

5K-3

角田進 川野辺彰久 加藤泰久 細谷克美

NTT 情報通信研究所

1.はじめに

最近の知的 CAI の研究では学習者が能動的に教材に対してインタラクションすることによる体験学習（発見学習）や複数人のグループで議論しながら学習することが、知識獲得の過程において非常に重要な役割を果たすことが指摘されている⁽¹⁾。

そこで我々は、複数の学習者がネットワークを介して同時に参加し体験学習や協調学習を可能とする三次元仮想空間を利用した協同学習支援システム HyCLASS(Hyper-Collaborative Learning Application in Shared Space)のプロトタイプシステムを SGI Graphics Workstation 上で開発した⁽²⁾⁽⁴⁾。さらに今回 HyCLASS システムを Personal Computer(PC)へ移植し、三次元仮想空間における教材オブジェクトの操作に加えて、共有空間への教材オブジェクトの追加、教材オブジェクトへの動作の付与等の基本機能を実現した。本稿では以下、開発したシステムの概要について述べる。

2.HyCLASS のコンセプト

HyCLASS は、複数ユーザがネットワークを介して三次元仮想空間（ルーム）を共有して協同学習を可能とする環境を提供する。学習者はユーザキャラクタとしてルーム内をウォークスルーしながらユーザキャラクタの視点で三次元的に表示される教材オブジェクトを観察する。そしてルーム内の三次元教材オブジェクトに対して移動・回転等の簡単な操作だけでなく、各教材オブジェクト固有の動作（地球を公転させる等）を起動することが可能である。同じルーム内にいる学習者はこれらのイベントを共有し、教材オブジェクトの現象を観察することができる。さらにリアルタイム音声会話により、その現象について議論をすることができる。また HyCLASS の最大の特徴として、共有空間へ教材オブジェクトを追加したり、教材オブジェクトに動作を付与する機能を有することが挙げられる。HyCLASS は小中学校の理科の実験や、機器の操作手順の修得等、様々な分野への応用が考えられる。

3.システム構成

3.1.ハードウェア

システムはサーバ端末及びクライアント端末(いずれも

Pentium PC)から構成され、これらは Local-Area Network (TCP/IP) で接続されている。クライアント端末には OpenGL 対応の 3D グラフィックアクセラレータボードが装着されている。

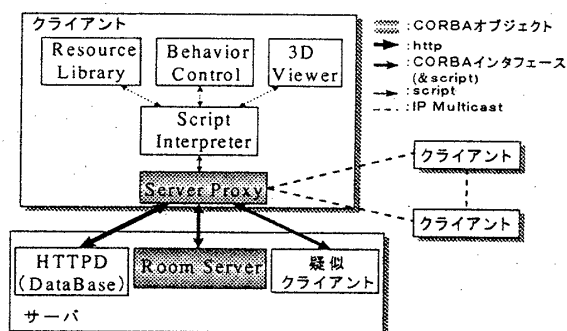


図1 ソフトウェア構成

3.2.ソフトウェア

(1) 各モジュールの機能

ソフトウェア構成は図1のようになる。以下に各モジュールの機能について説明をする。

- **Room Server** : クライアントからの初期接続及び教材オブジェクトの操作実行要求等のメッセージの送受信処理を行うとともにその有効性のチェックを行う。
- **HTTPD** : 教材オブジェクト及びグラフィックデータを管理する。クライアントは必要に応じてここからデータをダウンロードする。
- **疑似クライアント** : ルーム内の各教材オブジェクト (CORBA オブジェクト) の状態を管理する。クライアントの Server Proxy が初期接続時にこの教材オブジェクトから CORBA インタフェースにより状態をコピーする。構成はクライアントと同じである。
- **Server Proxy** : Room Server 及び他のクライアントとのメッセージの送受信処理及び HTTPD からのデータのダウンロード処理を行う。
- **Script Interpreter** : Server Proxy 経由で受信したメッセージを解釈実行する。ここにはオブジェクト指向スクリプト言語で記述された教材オブジェクトが登録されている。
- **3D Viewer** : 三次元教材空間を表示する。
- **Behavior Control** : 教材オブジェクトの動作メニューの表示及び選択処理を行う。

□ **Resource Library** : 追加 (変更) するための教材オブジェクト、動作、テクスチャ、色データを管理する。

(2) イベントの共有方法

クライアントにおいてオブジェクト動作実行等のイベントが発生した場合、スクリプトのメッセージを配送しあうことによりイベントを共有する。

通常は Room Server を経由して他のクライアントへ動作実行要求スクリプトを配送することによりイベントを共有する。オブジェクトの移動、回転等の操作において移動途中の経路を共有するためには、移動 (回転) 途中の位置へのオブジェクト移動要求スクリプトは IP Multicast プロトコルにより直接他のクライアントへ配送され、移動 (回転) 操作が終了し、位置が確定した時点で Room Server を経由してスクリプトが配送される。これにより Room Server への通信負荷集中が発生しないアーキテクチャを実現している。

4. 教材オブジェクトの構成

教材オブジェクトはオブジェクト指向スクリプト言語でクラスオブジェクトとして定義され、色・テクスチャ・位置データ等の各種属性及び複数の動作により構成される。教材オブジェクトクラスの再利用や組み合わせにより新たな教材オブジェクトクラスを作成することが可能である。

教材オブジェクトクラスとグラフィックデータはグラフィックデータ制御クラスによりリンクされ、教材オブジェクトからグラフィックデータ制御クラスへ制御メッセージを送ることによりグラフィックデータの状態を制御する (図2)。この構成により教材として様々なグラフィック形式 (VRML ファイル等) を用いることが可能となる。

また各動作は一つのクラスオブジェクトとして定義することができる。教材オブジェクトクラスは動作リストを管理する Hashtable を持ち、動作定義クラスのインスタンスを Hashtable に動的に追加、削除することが可能である。

5. 動的な教材オブジェクト追加及び動作付与機構

共有空間内へ教材オブジェクトを追加する処理の流れは以下の通りである。ユーザが Resource Library ウィンドウから追加すべき教材オブジェクトを選択すると、教材オブジェクトのインスタンス追加要求スクリプト (system.createInstance(UID, sequenceNo, instanceName, classURL, graphicURL)) が Room Server を経由して各クライアントへ送信される。それを受けたクライアントは必要に応じて classURL, graphicURL で指定される URL (HTTPD) から教材オブジェクトクラス及びグラフィックデー

タをダウンロードし、名前が instanceName のインスタンスとして教材オブジェクトが空間内に追加される。

同様にユーザが教材オブジェクトへ動作を付与する操作をすると、教材オブジェクトに対する動作付与要求スクリプト (instanceName.addBehavior(UID, sequenceNo, BehaviorID)) が Room Server を経由し、他のクライアントへ送信される。それを受けたクライアント内では名前が instanceName の教材オブジェクトのインスタンスの動作リストの Hashtable に BehaviorID の動作定義クラスのインスタンスが追加され、教材オブジェクトへ動作が追加される。

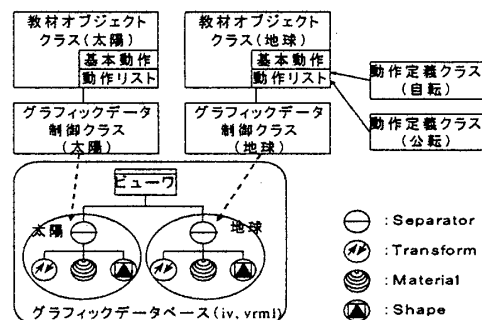


図2 教材オブジェクト構成

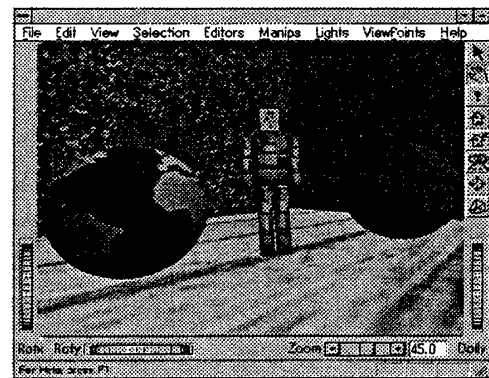


図3 画面イメージ

6. おわりに

今回 PC をベースとして三次元仮想空間を用いた協調学習支援システムとして最低限必要となる基本機能を実現し、簡単な教材を作成した (図3)。今後は教材のオーサリングツールを開発するとともに実践的な教材を作成していく予定である。

[参考文献]

- (1) 大槻説乎他, "発見学習支援のアーキテクチャ," 信学技報, ET92-15, pp.105-110, 1992
- (2) S.Kakuta, A.Kawanobe, M.Hisamatsu, Y.Kato and K.Hosoya : "MediaWonderland: User Oriented Multimedia Telecommunication Environment for Multiuser," Telecom95 Technology Summit, Vol.2. pp.635-639, 1995
- (3) Y.Kato, S.Kakuta, A.Kawanobe, K.Hosoya and Y.Fukuhara, "Advanced collaborative educational environment using virtual shared space," ED-MEDIA '96, 1996