

WWW上の擬似3次元空間を用いた会議支援システム

小川 剛史[†] 塚本 昌彦[‡] 西尾 章治郎[‡]

[†] 大阪大学 サイバーメディアセンター 情報メディア教育研究部門

[‡] 大阪大学大学院 工学研究科 情報システム工学専攻

近年、ビデオ会議や仮想空間を用いた電子会議など遠隔会議を支援する研究が盛んに行われている。ビデオ映像では相手の存在感を十分に表現できないという問題が生じる。また、仮想空間を用いて会議を行っても多くのユーザが参加すると一人一人の姿がよく見えないという問題がある。会議など話し合いをするときには相手の姿が見え、相手の存在感を感じて意見を交換することが重要である。そこで本稿では、仮想空間を利用するシステムに注目し、特に大多数のユーザが参加している場合でも、発言者の姿を確認できる仮想空間の提示手法として、自動ズームingと自動ロケーティングと呼ぶ手法を提案する。自動ズームingでは、広い1つの仮想空間で会議を行う場合には発言者付近を拡大表示している。自動ロケーティングでは、複数の狭い空間からなる仮想空間で会議を行う場合には発言のあった空間に随時表示を切り替えて表示している。さらに筆者らがこれまでに提案した空間提示手法である IBNR(Image Based Non-Rendering) で構築した仮想空間を用いて、電子会議を Web 上で実現するシステムの実装を行ったので、そのシステムの構成について述べる。

キーワード: WWW, 電子会議, 擬似3次元空間, Dynamic HTML, Active Server Pages

Conference Support System Using Pseudo-3D Space on the WWW

Takefumi OGAWA[†] Masahiko TSUKAMOTO[‡] Shojiro NISHIO[‡]

[†] Infomedia Education Division, Cybermedia Center, Osaka University

[‡] Department of Information Systems Engineering, Graduate School of Engineering, Osaka University

Recently, there are many studies which support remote conferences such as video conference and teleconference using virtual spaces. In video conference systems, it is generally difficult to represent the existence of other participants. On the other hand, in conference systems using virtual space, participants cannot clearly see each other when many users participate in the conference. In this paper, focusing on teleconference system using virtual spaces, we propose presentation methods, called auto-zooming and auto-locating, of a virtual space where each participant can see the speaker, even if there are many participants in the virtual space. In auto-zooming, when a conference is held in a single subspace, the subspace is zoomed in to show a bigger image of the speaker. In auto-locating, when the conference is held across multiple subspaces, the subspace which contains the most recent speaker is displayed. We also describe our teleconference system on the web using virtual space constructed by IBNR (image-based non-rendering), the virtual space representation system which we have proposed previously.

Keywords: WWW, Teleconference, Pseudo-3D Space, Dynamic HTML, Active Server Pages

1 はじめに

近年、計算機の高性能化とネットワークの普及により、遠隔会議や遠隔教育、遠隔作業などを支援する研究が盛んに行われている。これまでに構築さ

れているシステムは、テキストデータを利用するものから、音声や映像などのマルチメディアデータを用いるもの、仮想空間を用いるものなどさまざまである。

例えば、臨場感通信会議システム[2]では、高性能ビデオカメラや高詳細大画面ディスプレイなどを用いて、遠隔地にいる人でも、あたかも目の前に座っているかのように見せることで、臨場感の高い会議を目指している。しかし、ビデオ映像を見せるシステムでは、視線の不一致などの理由から十分な相手の存在感を表現できないという問題がある。また、世界各地から多数の人が参加するような会議を実現するのはコスト的にも困難である。

一方、仮想空間を用いたシステム([4]など)の多くは、臨場感通信会議システムのようなシステムと比較すると画像のリアルさは劣るが、没入型仮想空間を用いることで参加者の存在感を高めることが可能である。また、インターネットにつながったパーソナルコンピュータを用いて参加できるため、世界中どこからでも容易に利用できるという利点がある。しかし、あまりにも多数の人が集合すると、仮想空間であっても現実の会議室のように、人で埋め尽くされて発言者の姿が見えなくなり、誰がどのような意見を発言したのか、またはもっているのかということを知るのが困難になる。

本稿では、多数のユーザが参加している場合でも、各参加者が発言者の特定を容易に行えるような仮想空間の提示手法を提案する。また、筆者らの提案する擬似3次元空間を用いて構築した会議システムのプロトタイプについて述べる。

以下、2章で構築手法に基づいて仮想空間を分類し、3章で仮想空間の種類に応じた提示手法について述べる。4章でプロトタイプシステムの実装について述べ、5章で本稿のまとめと今後の課題について述べる。

2 仮想空間の構築方法

これまでに構築されている仮想空間は、その構築手法から2種類に分類することができる。一方は空間表現にグローバルな座標系を用いているものである。空間内のデータ管理と処理もその座標系に基づいて行われる。この形態の仮想空間をグローバル管理型仮想空間と呼ぶ。もう一方は空間を複数の部分空間に分割し、部分空間の集合で全仮想空間を構築しているものである。基本的に部分空間毎にローカルな座標系を設定し、データ管理や処理もローカル座標系を用いて行う。この形態の仮想空間をローカル管理型仮想空間と呼ぶ。以下では、この2種類の仮想空間について詳しく説明する。

2.1 グローバル管理型仮想空間

空間全体を単一の座標系で一括して管理する仮想空間を共有空間として利用する場合は、主に1対多のサーバ/クライアント方式を用いる。各ユーザの仮想空間内での行動に関するデータはすべてサーバへ送信され、その結果生じる仮想空間の変化をすべて1つのサーバが処理する。1つのサーバで全てのイベントを処理するため、各イベントの直列化が比較的容易にでき、仮想空間の一貫性を保持しやすい。一方、クライアント数の増加に伴う、サーバの処理コストやネットワーク負荷が増大するため、多数のクライアントに対応することが困難である。また、仮想空間をの拡大や更新などのメンテナンス作業を行う場合には仮想空間の全体が利用できなくなるという問題も生じる。

2.2 ローカル管理型仮想空間

空間を部分空間に分割し、各部分空間で独立した座標系を用いてデータの管理を行う仮想空間で、この形態の仮想空間を共有空間として利用する場合、多対多のサーバ/クライアント方式を用いる。グローバル管理型仮想空間とは異なり、数個の部分空間を管理するサーバを設置することで、サーバに集中していた負荷を分散することができる。仮想空間のメンテナンス作業を行う場合でも、更新する部分空間や新しい部分空間とのリンクを設定する部分空間以外の空間はメンテナンス中でも利用することができる。一方、各部分空間毎にデータの管理を行うため、仮想空間全体での一貫性を保つことは困難である。隣接する部分空間で管理するサーバが異なっていて隣の空間のデータが必要となるような場合には、サーバ間通信などを用いてデータ交換する必要がある。

3 電子会議のための空間提示

会議のように重要な話し合いを行うときは、誰がどのような意見をもっているのかを理解することがもっとも重要である。相手の意見を正確に知るには、相手の発言内容だけでなく、発言時の表情やしぐさ、声の抑揚などが重要な要素となっている[1, 3]。また、会議におけるその人の役割によって座る場所が決まっている場合も多く、発言者の位置からその人の所属などの付加的な情報も知ることができる。

そこで、特に発表者の姿を表示することに注目し、

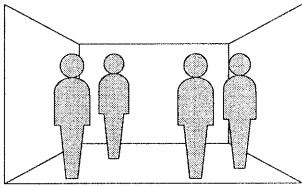


図 1: グローバル管理型仮想空間: ユーザが少ない場合

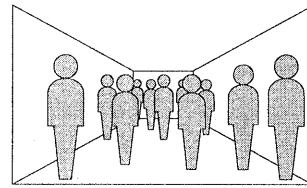


図 3: グローバル管理型仮想空間: 空間を広くした場合

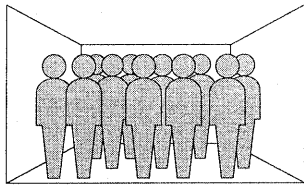


図 2: グローバル管理型仮想空間: ユーザが多い場合

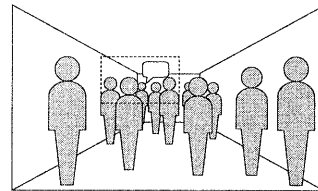


図 4: 仮想空間内のユーザの発言

前章で示した 2 種類の仮想空間を用いて多数のユーザが参加するような電子会議を実現する空間提示手法として、自動ズーミング手法と自動ロケーティング手法を提案する。

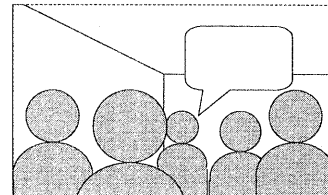


図 5: 自動ズーミング

3.1 自動ズーミング

グローバル管理型仮想空間では、ユーザ数が少ない場合は図 1 のような狭い空間でよいが、大人数が集まる場合は空間が狭いと図 2 のように人が密集してしまい、誰が発言しているのかが分かりにくい。そのため、大人数による会議を実現するためには、図 3 のように仮想空間を広くする必要がある。広大な仮想空間をこれまでによく利用されているアバタ視点で表示すると、視界に入らないアバタが存在するという問題が生じ、全アバタが表示されるように空間全体を表示すると、図 4 に示すように、遠くにいる発言者の姿を見ることが困難となる。手前にいるアバタの影に隠れることもある。

そこで、広大な空間を用いた会議システムを実現するときは、発言者付近を拡大表示する仮想空間表示に切り替える。例えば、図 4 のように空間で奥にいる人が発言すると、その付近を拡大して図 5 のように表示する。これにより、誰かが発言するごとにその人がズームアップされるため他の人からは誰が発言したのかが分かりやすく、発言者の表情も見る事ができる。このように随時発言者を拡大表示する

手法を自動ズーミングと呼ぶ。

3.2 自動ズーミング

ローカル管理型仮想空間は、大ホールのような広い空間を部分空間に細かく分割して管理されている。図 6 は図 3 の空間を上から見た様子を示している。例えば、破線で示すように空間を 4 つに分割し、各部分空間単位でデータ管理や処理を行うことで、一度に管理・処理するデータ量を低減する。仮想空間の表示はユーザの移動に応じて各部分空間を切り替えて行う。図 7 は、図 6 に示した各部分空間の表示例である。このように部分空間単位で表示することで、各アバタの姿も大きく、誰が発言しているのかも容易に確認できる。しかし、各部分空間が狭いため、同じ空間に存在できるユーザ数が少ないという問題が生じる。多数のユーザが会議に参加する場合でも会議場を構成する複数の部分空間に分散して

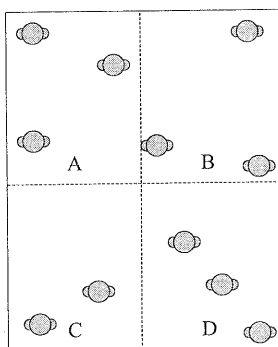


図 6: 空間の分割

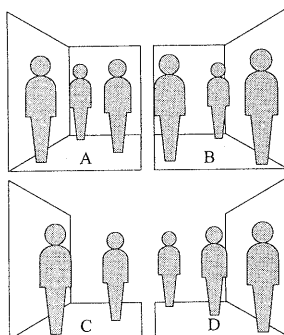


図 7: ローカル管理型仮想空間

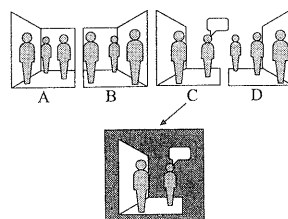


図 8: 自動ロケーティング

入らなければならない。各部分空間で独立してデータ管理している場合には、同じ会議場にいるにもかかわらず、隣で話されている会話の内容が分からないという現象が生じ、多人数による会議が実現できない。

このような場合には、会議場を構成する部分空間の中で、発言のあった部分空間を随時表示することで、発言者の姿を全ての参加者が確認できるようにする。図 8 では、図 7 で示した部分空間の中で部分空間 C で発言があったため、C が表示されている。この状態で例えば、次に部分空間 A で発言があると A を表示する。このように部分空間を切り替えて表示する手法を自動ロケーティングと呼ぶ。



図 9: IBNR の表示例

4 システムの実装

前章で述べた 2 種類の提示手法を筆者らの提案する IBNR を用いて実装した。まず IBNR について簡単に説明した後、各手法の実装について説明する。

4.1 IBNR

実写画像は現実空間の様子を詳細に記録した、非常に情報量の豊富なコンテンツである。また、近年のデジタルカメラやデジタルビデオなどデジタル入力機器の普及に伴い、実写画像をデジタルデータとして容易に取得できるようになってきた。このような点に注目して、筆者らの提案する IBNR では、実写画像を背景とした擬似 3 次元空間を構築している [5, 10]。

IBNR の表示例を図 9 に示す。風景を撮影した静止画の背景にユーザの操作するアバタの静止画を合成している。ユーザの操作に応じて、アバタの画像

の表示サイズや表示位置を変更することで、静止画における奥行き感を表現し、擬似的に 3 次元空間を構築している。アバタが移動を繰り返し、ある位置まで移動すると他の視点から撮影した画像を背景とするシーンに切り替わる。このシーン切り替えによって空間的な広がり表現している。各シーンの右上部に表示される矢印は、その方向に他のシーンへのリンクが設定されていることを示している。図 9 では、上向き、下向きの矢印が表示されているので、奥、手前の 2 方向にアバタを進めれば他のシーンへと切り替わる。各シーンは DynamicHTML で記述しており、IBNR で構築した仮想空間は既存の Web ブラウザを用いて体験できる。

さらに筆者らは、このようなシーンを作成するためのツールをこれまでに実装してきており [5, 6]、各背景においてアバタの移動できる領域である床領域とシーン間のリンク関係などの設定をドローツールのような感覚で行え、擬似 3 次元空間を容易に構築できる。

マルチユーザ IBNR [7, 8] では、同一シーン内に

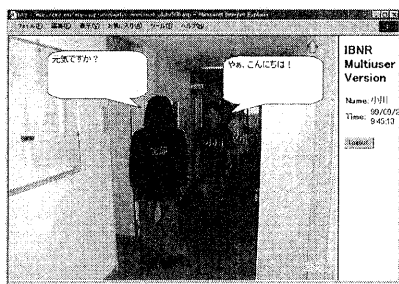


図 10: マルチユーザ IBNR の表示例

いるユーザ間でのコミュニケーションを実現している。コミュニケーションはチャットにより行い、発言者のメッセージは吹き出しとしてアバタの横に表示している。コミュニケーションの対象となる相手を同一シーンに限定することによってシーンの独立性を保ち、システムの構築の容易さを維持している。マルチユーザ IBNR の表示例を図 10 に示す。マルチユーザ IBNR では、同一シーン毎のユーザ管理を ASP (Active Server Pages) を用いてサーバ側で行っている。シングルユーザの IBNR と同様、クライアント側は既存の Web ブラウザでよい。

4.2 単一シーン内での会議

単一のシーンに大勢のユーザが入れるように会議場全体を撮影した写真を用いてシーンを構築し、自動ズームングを用いて、奥にいるアバタが発言した場合には拡大して表示するようにする。自動ズームングは同一シーンにいるユーザのデータのみで実現できる。

図 11 に自動ズームングを実現する際の処理の流れを示す。サーバはアバタデータ管理部からなり、クライアントは、シーン表示部、アバタ制御部、アバタデータ取得部から構成される。

ユーザがあるシーンに訪れるとシーンデータを HTTP を用いて取得し、クライアントでシーン表示部がシーンをブラウザに表示する。始めはシーン全体を表示している。クライアントでは、常にユーザのキー入力を監視しており入力されたキーに応じて、アバタ制御部がアバタの位置を算出し、シーン表示部がその位置データをもとにアバタの表示位置を更新する。同時にアバタの位置データはサーバにも送られ、アバタデータ管理部がデータを保存する。同じシーン内にいる他のアバタのデータは 1 秒毎にアバタデータ管理部より取得し、シーン表示部がシー

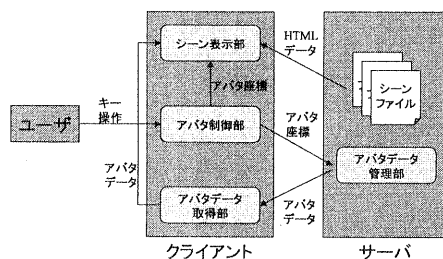


図 11: 自動ズームングの処理の流れ

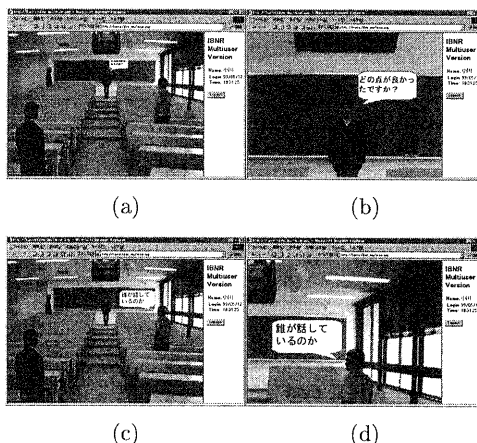


図 12: 自動ズームングの例

ンに反映する。このとき、新しい発言があるとシーンの拡大表示を行い、数秒後シーン全体の表示に戻す。図 12 に自動ズームングを用いた空間表示の例を示す。ユーザがシーン内で発言すると、(a) から (d) のようにシーンの表示が変化して発言者の付近が拡大される。

4.3 複数シーン内での会議

IBNR で構築した仮想空間は小さな部分空間の集合であり、現実空間で一つの部屋であっても複数のシーンに分割されている場合がおおい。複数のシーンにまたがるような会議室を用いて会議を行う際には、発言者のいるシーンを随時表示するために自動ロケーティングを用いる。

図 13 に自動ロケーティングを実現する際の処理の流れを示す。サーバは部分空間管理部からなり、クライアントは、シーン表示部、アバタ制御部、シー

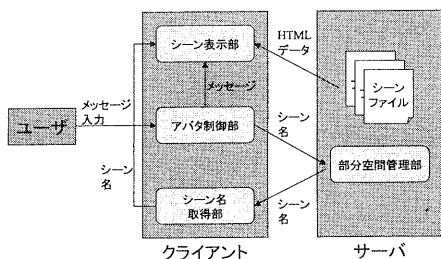


図 13: 自動ロケーティングの処理の流れ

ン名取得部から構成される。

自動ズームの場合と同様に、まず、ユーザがシーンを訪れるとシーン表示部がシーンを表示する。ユーザのキー入力によりメッセージが入力されると、アバタ制御部を介してテキストデータがシーン表示部に渡され、メッセージを吹き出しで表示する。このときシーン名と発言者およびメッセージがサーバへ送られ、部分空間管理部がデータを保存し、そのシーンを表示シーンとして登録する。シーン名取得部が1秒毎に表示シーン名を部分空間管理部より取得し、シーン表示部が最も間近に発言のあったシーンを表示する。

5 おわりに

本稿では、構築および管理方法に着目して仮想空間を2種類に分類し、それぞれの仮想空間で、多数のユーザが参加している状態でも発言者の姿を見られるような仮想空間の表示手法自動ズームと自動ロケーティングを提案した。また、各手法をIBNRで構築した仮想空間に適用することで、Web上で多くの人が参加できる会議システムを実装した。実装したシステムのインタフェースはMicrosoft社のコミックチャットと類似しているが、コミックチャットは全く架空の背景で会話しているのに対し、本システムでは現実空間をモデルとする仮想空間でコミュニケーションをとっているため、システムに場所性[9]を導入しているという点で異なる。今後の課題としては、会議で利用する資料等の配布を実現するために、文書ファイルや画像ファイルなど電子ファイルを送受信できるようにすることが挙げられる。

謝辞

未筆ながら、本研究を進めるにあたって、有益な御助言を頂いた春本要講師、原隆浩助手に衷心より感謝の意を表す。また、貴重な御助言を頂いた西尾研究室諸氏に謝意を表す。なお、本研究は、日本学術振興会未来開拓学術研究推進事業における研究プロジェクト「マルチメディア・コンテンツの高次処理の研究」(プロジェクト番号: JSPS-RFTF97P00501)によっている。

参考文献

- [1] 大坊 郁夫: “しぐさのコミュニケーション,” セレクション社会心理学-14, サイエンス社 (1998).
- [2] 海老原 一之, 鈴木 紀子, 大谷 淳, 岸野 文郎: “臨場感通信会議のための実時間3次元表情再現方法,” 電子情報通信学会誌 A, Vol. J9-A, No. 2, pp. 527-536 (1996).
- [3] 黒川 隆夫: “ノンバーバルインタフェース,” ヒューマンコミュニケーション工学シリーズ, オーム社 (1994).
- [4] Nakanishi, H., Yoshida, C., Nishimura, T., and Ishida, T.: “FreeWalk: Supporting Casual Meetings in a Network,” in Proc. of International Conference on Computer Supported Cooperative Work(CSCW-96), pp.308-314 (1996).
- [5] 小川 剛史, 中村 聡史, 坂根 裕, 塚本 昌彦, 西尾 章治郎: “静止画を用いた三次元空間のブラウジング手法について,” 情報処理学会研究報告 (データベースシステム研究会 98-DBS-116(2)), Vol.98, No.58, pp.217-224 (1998).
- [6] 小川 剛史, 塚本 昌彦, 西尾 章治郎: “静止画を用いた擬似三次元空間構築ツール,” 第10回データ工学ワークショップ (DEWS99) 論文集 (1999).
- [7] 小川 剛史, 塚本 昌彦, 西尾 章治郎: “WWW上での共有擬似3次元空間の実現,” 情報処理学会研究報告, Vol.99, No.61, pp.61-66 (1999).
- [8] 小川 剛史, 塚本 昌彦, 西尾 章治郎: “シーンのつながりを考慮したWWW上でのコミュニケーション支援システム,” レクチャーノート/ソフトウェア学23インタラクティブシステムとソフトウェアVII (安村通見編 近代科学社), 日本ソフトウェア科学会 WISS'99, pp. 77-82 (1999).
- [9] 塚本 昌彦: “相互理解のためのバーチャルスペース,” 相互の理解 第1章, マルチメディア情報学 12, 岩波書店, pp. 1-69 (1999).
- [10] Tsukamoto, M.: “Image-based Pseudo-3D Visualization of Real Space on WWW,” Digital Cities: Experiences, Technologies and Future Perspectives Lefture Notes in Computer Science (Ishida, T. and Isbister, K. Eds.), Springer-Verlag, Vol. 1765, pp. 288-302 (2000).