

ビデオゲーム技術のデスクトップ会議システムへの応用

吉田力 中西英之 西村俊和 石田亨

京都大学工学研究科情報工学専攻

我々は3次元共有空間を用いたデスクトップ会議システム FreeWalk を開発した。不特定多数のコミュニケーションに関する研究は、数年後の技術を想定して開発を行なうのではなく、現在主流となっている環境において十分に稼働するシステムを開発し、社会的実験を通じて有効性を検証していくことが重要と考えている。

3次元空間を用いたアプリケーションの実用例はビデオゲームであり、現在のマシン性能の範囲内で十分魅力的なデザインを行なった多種多様なシステムが開発されている。そこで、FreeWalk の開発に際しては、ヒューマンインタフェースと画面表示に関してビデオゲーム技術を適用し、現在のマシン性能で十分に実用的なシステムを開発した。

Applying video game technology to desktop meeting systems

Chikara Yoshida Hideyuki Nakanishi
Toshikazu Nishimura Toru Ishida

Department of Information Science, Kyoto University

We have developed a desktop meeting environment *FreeWalk*, which supports casual meetings in a 3-D network common. To develop a useful system for public communication, it is important to make the system work efficiently in a widely-used environment so that the system can be evaluated through social experiments.

There already exists such a technology for 3-D spaces, i.e., a video-game technology. Video games always run fast enough on widely used machines. In *FreeWalk*, we realize a sufficient performance by merging video game and desktop meeting technologies especially in human interfaces and picture handling.

1 はじめに

コンピュータネットワークの発展に伴って、ネットワーク上でのコミュニケーションの支援に関する研究が広く行われるようになった。コミュニケーションは、会議のように定型化した伝達経路や伝達方法が存在するフォーマルコミュニケーションと、休憩時間の廊下での立ち話のように、個人的な関係で行われるインフォーマルコミュニケーションとに大きく分けることができる。

近年インターネット環境が一般に普及したことで、従来無視される傾向にあったインフォーマルコミュニケーションを支援する目的のシステムが研究・開発されるようになった。あらかじめ場所・時間・会議の目的が決定されているフォーマルコミュニケーションとは異なり、インフォーマルコミュニケーションではユーザ側に確固とした目的が存在しない。インフォーマルコミュニケーションを支援するためには、ビジネス向けの会議システムと比較して、より操作性・映像的な魅力の面で快適なシステムを開発する必要がある。

また、これまでのソフトウェア開発では、何年か先に標準となるであろうハードウェア環境をターゲットとして開発を行うことが一般的であった。しかしながらコミュニケーション支援のための研究のためには、開発したシステムの使用評価を研究にフィードバックさせることが必要である。すなわち、常に一般的なハードウェア環境で十分に稼働するシステムを開発することが重要であるといえる。

コンピュータを用いたアプリケーションの1つに、ビデオゲームがある。ビデオゲームは以下のような性質を持っている。

- ビデオゲームは、その賭博でない娯楽という性質上、ビデオゲームを遊ぶことのみによって、なにかしらプレイヤーを満足させるための要素が必要とされる。
- 製品としての寿命が極めて短いため、製作時に一般的なハードウェア環境をターゲットとし、その性能の範囲内でできるだけ魅力的なデザインとなるよう開発が行われている。

これらは、インフォーマルコミュニケーション支援のためのシステムが抱えている問題と同一である。

上記の問題を解決するために、ビデオゲームではシステム・映像・音声・操作性・物語性などの点で高いクオリティを要求されるが、現在市場に出回っているビデオゲームにおいては、その問題をある程度解決できていると思われる。

我々は、3次元共有空間を用いたインフォーマルコミュ

ニケーション支援のためのデスクトップ会議システム FreeWalk [1][2][3]を開発した。

FreeWalk の設計の際には、前述のインフォーマルコミュニケーション支援とビデオゲームの抱える問題点の類似性に着目した。そこでビデオゲームの要素を盛り込むことがインフォーマルコミュニケーション支援には適切であると考え、コミュニケーションの場として3次元空間を採用した。また実装の難しいユーザインタフェース・空間表示技術に関してもビデオゲームに使われているものから適切なものを採用した。

FreeWalk の他にも、InterSpace[4]、DIVE[5][6]といった3次元空間を用いた遠隔地でのコミュニケーションをサポートするシステムが発表されている。しかしながら、前述の全ての観点においてビデオゲームの要素を用いたデスクトップ会議システムはFreeWalk以前には存在しない。

以下、第2章では現在のコミュニケーションツールとビデオゲームの分類を行い、どのようなタイプのビデオゲームの技術をFreeWalkに応用したかについて述べる。第3章ではヒューマンインタフェースの観点から、第4章では空間表示技術の観点から、ビデオゲームで用いられている技術についてそれぞれ解説し、またFreeWalkではそれらをどのように用いたかについて述べる。

2 多人数会合システム FreeWalk

2.1 システムの特徴

FreeWalkは、多人数によるインフォーマルコミュニケーションを支援することを目的としたデスクトップ会議システムである。FreeWalkはコミュニケーションの場として3次元空間を用いており、ユーザはサーバのIPアドレスを指定するだけで簡単にその空間に入ることができる。ユーザはマウスを操作することで、空間の中を自由に動き回ることができる。

3次元空間の中で、ユーザの体は偏平した四角錐として表現され、その四角錐の長方形の面に、カメラで撮影しているユーザの画像が貼り付けられる。ユーザの視点はこの面の中心にあり、そこから見た空間内の風景がそのままユーザの端末の画面に表示される(図1)。他のユーザは遠くにいるほど小さく見え、近くにいるほど大きく見える。ある一定距離以上離れていると見えない。ユーザの音声は、カメラ画像と同じように、距離に反比例して音量が変化し聞こえるようになっていく。

FreeWalkでは、ユーザは空間内を自由に動き回ることができ、それによって他のユーザと偶然出会って会話を始めることができる。また、四角錐の向きからその

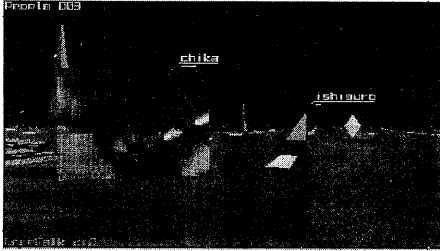


図 1: FreeWalk

ユーザが何を見ているかが推測でき、誰に向かって話しているのか、何に注目しているのかが分かるので、多数のユーザが存在しても、混乱せずに円滑に会話を行うことができる。この特徴はパーティなどの多人数によるコミュニケーションを行うのに効果的である。

2.2 コミュニケーションツールと FreeWalk

コンピュータネットワークを用いたコミュニケーションツールとして以下のものを考える。

- 電子メール
- 電子掲示板
- リアルタイムチャット
- 3次元空間を用いたチャット
- Comic Chat[7]
- ビジネス向けテレビ会議システム
- InterSpace[4]
- FreeWalk

これらを、ネットワークで送受信されるデータの大きさ (Transmission) 及び送られたデータをユーザに呈示する際に必要な計算量 (Computation) の点からで分類を行うと、図 2 のようになる。

Transmission の観点からは、送受信されるデータの種類による分類となる。電子メール・チャットなどテキストベースのものは送受信されるデータ量は極めて小さいが、ビデオ会議システムのような音声・動画像を用いるものでは大きくなる。

Computation の観点からは、受信したデータをいかにユーザに呈示するかで分類を行う。電子メールやビデオ会議では、基本的には送られてきたデータをデコー

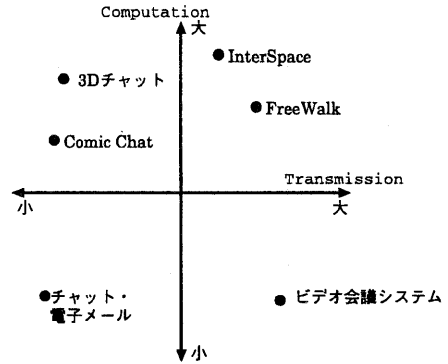


図 2: コミュニケーションツールの分類

ド以外の加工を行うことなくユーザに呈示する。一方、Comic Chat では送られた会話データをもとにして漫画の構成を行う。また、3次元空間を用いたチャットシステムでは avatar と呼ばれるユーザの身代わりを送られてきた座標データに対応する位置に表示する。これらのシステムでは送られたデータに対してなんらかの加工が行われユーザに呈示される。

これらの加工を行うことによってユーザにシステム側が想定するコミュニケーションのスタイルを取らせることができる。また、現状ではコンピュータネットワークの帯域が極めて限られていることから生じるデータの不足を補うことが可能になると考えられる。

FreeWalk では3次元空間を用いることで特にインフォーマルなコミュニケーションを支援し、また3次元空間内の4角錐にカメラ画像をマッピングし、ユーザは自分に対応する4角錐を自由に移動させることで、カメラ画像の解像度の低さを何かしら補うことができている。

2.3 ビデオゲームと FreeWalk

現在までに多種多様なビデオゲームが開発・発表されており、さまざまなジャンルに分類されている。そのうち、特に3次元空間をプレイヤーキャラクターが移動しつつ目的を果たすものを考える。図 3 は、それらをプレイヤーキャラクターの動きの空間的自由度 (mobility) の大きさ・ビデオゲーム中に存在する文脈がゲームに及ぼす影響 (context) の大きさによって分類したものである。

Mobility とは、プレイヤーが自由に移動することのできる3次元空間の広さといえ換えることができる。例えば、アドベンチャーゲームと呼ばれるジャンルの代表的なものでは、プレイヤーはコマンドを入力してシーンからシーンに移動することができるだけであり、プレイ

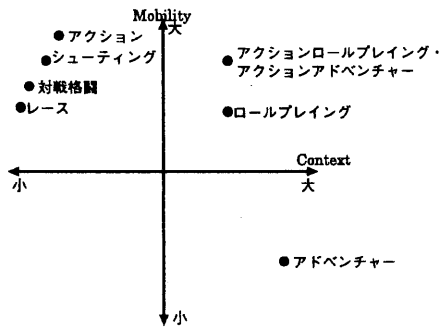


図 3: ビデオゲームの各ジャンル

ャーキャラクタは3次元空間内のいくつかの点を移動できるにすぎないが、アクションゲームでは基本的にプレイヤーはジョイスティック等を操作することでプレイヤーキャラクタを好みの位置に移動させることができ、3次元空間内においてプレイヤーキャラクタが存在し得る座標は無数である。

Context とは、いわゆるゲームのストーリーがゲームの進行に与える影響度の大きさである。ロールプレイングゲームやアドベンチャーゲームなどは、ゲームの進行がストーリーと密着しており、ストーリーの流れによってプレイヤーが次にとることが可能な行動が大きく変化する。一方、シューティングゲームやレースゲーム等では、ストーリーの流れによらずほぼ一定のルールでゲームが進行してゆくものが多く、ストーリーの影響が小さいと言える。

FreeWalk では、参加者が椅子に座って会話する会議のようなシステムではなく、廊下での立ち話のように参加者が自由に動けることや、プレイヤーの行うことのできる動作は会話の文脈によらないといったことが、インフォーマルコミュニケーションをサポートするために必要だと考えた。そこで、図3において、左上にあるアクション・シューティング・レース・対戦格闘といったジャンルのビデオゲームをシステムとして参考とし、また実装面においてもこれらのジャンルのビデオゲームに使われている技術を応用した。

3 ヒューマンインタフェースの設計

3.1 ビデオゲームのヒューマンインタフェース

まず、利用者が何か操作を行ってからの影響が画面に出るまでの時間、すなわちレスポンスタイムについて考える。これは、システムの画面書き換え枚数(フレームレート)にも非常に大きく依存しており、たとえば、一つのフレームの描画に、 n の時間を必要とするシステムでは、レスポンスタイムは $n \sim 2n$ より大きくなる。レスポンスタイムの低下は、操作性の低下に直接つながることが一般的に明らかであるため、フレームレートは極力高く保つ必要がある。

具体的な表示技術については次章で述べるが、ビデオゲームでは表現能力を制限することで、十分な操作性を提供しているものが多い。すなわちビデオゲームにとって重要と思われる部分のみを細かく描画し、必要でない部分は思い切って切り捨てるのが一般的に行われている。

次に、ビデオゲームでのプレイヤーキャラクタの操作を行うための操作方法について考える。業務用のビデオゲームのうち大型の筐体を用いるものでは、操作を行うためにそのゲーム内容に適したさまざまな入力装置・操作方法が用いられることがある。例えばレースタイプのゲームではハンドルコントローラが用いられ、戦闘機を操るゲームでは操縦桿タイプのアナログジョイスティックが用いられる。またガンシューティングといわれる光線銃を入力装置に用いたものも一般に存在する。一方で、家庭用ゲーム機やパソコンをターゲットとしているものや、業務用のビデオゲーム機の中でも標準的な筐体を用いるものでは、入力を8方向ジョイスティックと0~6個のボタンで行うものが標準的となっている。また、この標準的なデバイスだけを用いてなんとかゲームが行えるよう工夫がなされている。

また、パーソナルコンピュータ上で動作するビデオゲームなどでも、殆ど場合はマウスやカーソルキーのみを用いて操作できるようになっている。3次元空間内を移動するタイプで、マウスを用いているビデオゲームでの操作方法には以下のようなタイプがある。

1. 上下左右の矢印ボタンをクリックして移動
画面に上下左右方向のボタン表示しておき、そのボタンをクリックすると一定量移動することができる。また、継続して押し続けることによって等速移動できるものもあり、この場合デジタルなジョイスティックと同じ感覚となる。
2. 移動先を指定

画面上での移動先をマウスでクリックすることで、指定した地点まで自動的に移動するというもの。向きを変える動作に困るため、主に2次元の移動に用いられる。

3. マウスの移動量に対して移動

マウスを移動させると、その移動量に比例してプレイヤーキャラクタを移動させることができるというもの。直感的に分かりやすいが、長距離の移動を行うためにはマウスを何回も転がす必要があったり、等速で移動することが難しいといった欠点が存在する。

4. マウスの位置に対して移動

マウスのボタンを押下している間、マウスポインタの位置によりプレイヤーキャラクタの移動速度が決定される。この方式は、アナログジョイスティックを用いて、スティックの傾きをプレイヤーの移動速度を決定するものとはほぼ同じ感覚となる。慣れるまで操作にやや戸惑うが、熟練したユーザは自分の好きな速度で簡単に継続して移動することができるようになる。

ディスプレイを用いて3次元的な表示を行う際には、視野角の狭さが問題となる。人間であれば、首を左右に振ることで前を向いているときには見えなかった部分を確認することが容易である。ヘッドマウントディスプレイを用いることで、3次元空間でも同様の事が可能となるように考えられがちだが、実際のシステムでは首を振ってからその方向の画像が表示されるまでのタイムラグが大きく、このアプローチで素早く左右の状況を確認することは現時点では不可能であるといえる。

そこで、自分の周囲の状況を確認できる補助的な表示を行ったり、視点切り替えを導入するなどのアプローチがとられる。以下にそれぞれの特徴を列挙する。

● レーダー表示

自分の周囲の状況をシンボリックに表示する。一般的には上から見降ろした場合の相手の位置・向きなどをレーダースクリーンに表示する。レーダースクリーンと3次元表示をうまく同時に見てキャラクタを操作することは初心者には少し難しい。

● ミラー

レースゲームで使われる。車のフェンダーミラー的な感覚で、プレイヤーキャラクタの後方または左右後方の状況を表示する。ミラーの表示に慣れるまでに時間を要すること、表示にマシンパワーを必要とすることが問題点として挙げられる。

● 視点変更

自分と周囲を含む状況が一覧できる3次元表示を行う。すなわち、プレイヤーキャラクタの視点(一人称視点)に加えて、プレイヤーキャラクタの状況を離れたところから眺める視点(三人称視点)を導入する。三人称視点は他のアプローチと比較して最も簡単に状況を把握できると考えられるが、一人称視点と比較して臨場感に劣る。

例えば、レースゲームにおいては、単にサーキットを速く走ることが目的のものには状況把握補助の機構はあまり必要ではないが、敵車とのインタラクションが重要な意味を持つてくるタイプのものには状況把握補助の機構が必要である。

また対戦格闘ゲームや、最近のアクションゲームにおいては、プレイヤーキャラクタのアクションがプレイヤーに見えることが映像的に非常に重要な要素となるため、一人称視点を用いられることは殆どない。

3.2 FreeWalk のヒューマンインタフェース

3次元空間を用いるデスクトップ会議システムでは、豊富な表現能力を目指すゆえに、フレームレートが極端に低くなっているものが多い。FreeWalkでは次章で述べるようにビデオゲームに用いられていた表示技法を用いることで高速な描画を可能としたが、それでも、ウィンドウサイズが320x240ピクセルの時に毎秒10~12フレームの画面書き換えを実現するに留まっている。他のシステムではより大きなウィンドウサイズを標準としているが、フレームレートが低いなどの理由により操作性に支障を来たしている。FreeWalkでは、操作性と画面サイズの最もバランスがとれたものとして320x240ピクセルのウィンドウサイズを標準としている。

次に、利用者を移動させるための操作方法に関して考察を行う。一般的に普及しているワークステーションもしくはパーソナルコンピュータをターゲットとするデスクトップ会議システムでは、プレイヤーキャラクタを移動させるための操作系では特殊な入力装置を用いないことが望ましい。すなわち、マウスやカーソルキーのみを使うことによって移動を行うことができるようにする必要がある。これは前節で述べたPC上で動作するビデオゲームにおける操作方法を参考にすることで解決できると考える。

FreeWalkでは前節(4)の操作方法を採用している。マウスの左ボタンを押した際に移動・回転するのであるが、移動・回転速度はマウスポインタのウィンドウ中央からの距離に比例する。ボタンを押したままマウスポイ

ントを動かすことで、移動・回転を行いつつその速度を変更することもできる。

この操作方法には、

- 移動速度を利用者が容易に変化させることができるため、フレームレートの低い環境において、位置や方向を制御しやすい。すなわち、目標地点と利用者の距離が大きく離れている間は高速に移動し、目標地点が近付くにつれスピードを落して細かく制御するという操作が容易である。
- 利用者の速度を滑らかに変化させることになるため、利用者を見ている側にとっては動きが認識しやすい。

などのメリットがある。しかしながら、使用評価を行った結果、この操作方法には慣れが必要であり、初心者は操作しづらく感じるようになった。そのため、カーソルキーを押すことにより一定距離を移動できるという(1)の操作系を追加し、利用者が目的に応じて適切な方を使用できるように改良を行った。

次に、利用者のとりうるアクションについて考える。ほとんどのデスクトップ会議システムでは、マウスの入力に従って利用者が平行・回転移動するといった単純なアクションのみを移動時に行っている。そのため人型のavatarを用いているシステムではavatarが足を動かさずにすべるように移動し、非常に不自然である。

また、それ以外のアクションはメニューから選ぶ・ファンクションキーを押す・ボタンをクリックするというような操作で行うようなそれらのアクションと前述の移動のアクションとは独立であり、複合して行うことで何か別の意味の動作になったりということはない。

FreeWalk では、単に平行・回転移動するのみのアクションでも違和感がないように利用者の表示を人型とせず四角錐とした。そのため多彩なアクションを表現することはできないが、FreeWalkでのコミュニケーションにおいては位置と向きが最も重要な要素となり、それらを明確に表現する形として四角錐は適切であると考えている。

FreeWalkでは、会話している利用者同士の位置関係がコミュニケーションの形態に密接に関わってくると考えられる。自分を含め客観的に利用者同士の位置関係を利用者が把握できるよう、レーダー表示(図4)及び後方視点(図5)を導入している。

また、利用者の後方に視点を配置し、自分と他の利用者・背景等を同時に見ながら移動を行えるモードを追加した。これを後方視点モードと呼んでいる。後方視点モードでは、カメラは利用者とは独立に動く。このため利用者が激しい動きを行っても映像自体はなめらかに動

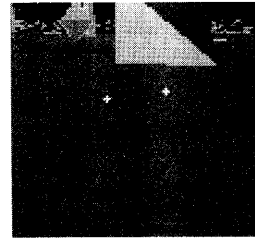


図4: レーダー表示

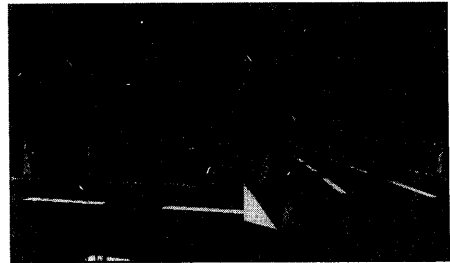


図5: 後方視点

かすことが可能となり、一人称視点と比較して、より利用者の動作を把握しやすくなっている。

4 空間表示の実装

4.1 ビデオゲームの空間表示

ビデオゲームのうち、リアルタイムのものでは、ユーザの入力が画面表示に反映され、またそれに反応したユーザが次の入力を行うといったサイクルでゲームが進行してゆく。ユーザの入力に対する反応が画面に表示される時間が短ければ、素早く細かい動きを表現することができ、より臨場感溢れるゲームとなるからである。そういった細かい動きを要求されるビデオゲームの場合では、20～60フレーム毎秒で画像が更新されることが望ましい。

ポリゴン描画専用ハードウェアがビデオゲームマシンに搭載されるようになるまでは、完全に3次元空間の表現をポリゴン描画で行うタイプのビデオゲームはあまり一般的ではなかった。それ以前の3次元表示を行うビデオゲームでは、3次元空間を限られたマシンパワーで出来るだけ豊かに表現するために、さまざまな技法が用いられてきた。

当時のゲームマシン用ハードウェアは、2次元描画を基本としており、数枚のBG面と呼ばれる背景用のビットマップ画像と、数枚～数十枚のスプライトと呼ばれるあらかじめ定義された2次元のパターンを合成1つの画面を構成していた。スプライト及びBG面の合成はハードウェアによってディスプレイの各走査線ごとにリアルタイムで行われた。BG面はそのすべてが画面に表示されるわけではなく、一枚毎に任意の部分を指定して一部を画面に表示することができ¹、表示部分をずらしていくことによりスクロール処理が実現できる。また、スプライトは一枚毎にそれを画面のどの位置に表示するかを指定できる。2次元描画のみをサポートするハードウェア上で3次元的な画面を高速に描画するための技法として、ラスタースクロール・BG面の2軸回転等があり、ビデオゲームでは頻繁に用いられた。

- ラスタースクロール

主にレースゲーム等のコース描画に用いられた技法で、画面の各走査線ラインにBG面のうちどこを表示するかを独立に指定することで、直線が描かれた画像を変形させコーナーを表現する(図6)。ラインごとに左右のみに表示部分をずらすことでコーナーのみが表現できるが、それに加えて縦方向に表示部分をずらすことで、コースの上り下りも表現できるようになる²。

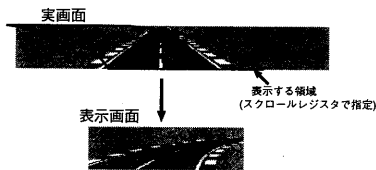


図6: ラスタースクロール

これによって表現された地面にスプライトでコース脇のオブジェクトを描画する。この方式は非常に単純なハードウェアでかなり自然な表現が可能となるため、長い間業務用・家庭用のレースゲームに用いられてきたが、ヘアピンカーブなどが表現できないなどコースのデザインが制限されるという問題点は依然として存在した。

- BG面の2軸回転

コース図を真上から見た絵を、まず平面的な回転

¹表示されない部分を含めたBG画面全体を、実画面と呼び、そのうち表示された部分を表示画面と呼ぶ

²単純な方式ではコースの道幅が一定になってしまうが、ラスタースクロールするBG面を2枚重ねるなどのテクニックにより道幅の変化をある程度表現することが可能となる。

を行い視線を設定し、その後3Dに変形してやることで表示を行うものである(図7)。

BG実画面

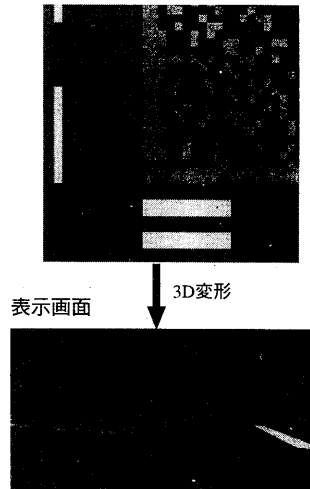


図7: BG面の2軸回転

ゲーム中はコース図が描画されたBG実画面のうち、どの部分をどの方向にどの程度の拡大率で描画してゆくかという部分をディスプレイの走査線ごとに指定することで、描画を行う。コースに高低を付けることはできないが、ラスタースクロールでは不可能だったヘアピンカーブや地面の細かなテクスチャなどを表現できる。ラスタースクロールの場合には実画面にすでに3次元的な絵を描画しておく必要があったが、2軸回転の場合には完全に平面的な絵柄の書かれた実画面を3D変形するため、自由度が高くなる。そのためレースゲーム以外のジャンルにおいてもこの技法がよく用いられる。

ハードウェアにポリゴン描画を行う機能のあるマシンをターゲットとしているビデオゲームでは、以上のような特殊な技法を用いる必要はない。しかしながら、できるだけ高速な描画を実現するために、3次元空間内で静止している物体(地形等)の陰面処理・シェーディングをリアルタイムでなく前処理で行っているものも多い。

4.2 FreeWalkの空間表示

FreeWalkでは利用者の位置と向きがコミュニケーションにとって重要な要素を占め、またユーザのカメラ画像

を違和感なく表示することを考慮すると、3次元空間の表現を行う必要があった。そこで画面表示を実装する際には、利用者の位置及び向きを画面上で十分表現でき、かつ十分なフレームレートを実現できるようにする表示形態を模索した。

他のデスクトップ会議システムでは地面にポリゴンを用いて描画しているものもあるが、テクスチャマッピングされたポリゴンを用いるとFreeWalkのターゲットとなるR4400 Indyでは十分なスピードが得られなかった。また、スピードを考慮すると処理できるポリゴンの数に制限が加わるため、テクスチャマッピングされないポリゴンでは地面の模様は単純になりすぎ、利用者の位置の認識が難しくなる。そこで、地面の描画にはBGの2軸回転を採用した。また、その他の物体にはZバッファを用いたポリゴン表示を用いて描画している。

利用者の表示にポリゴンを用いず2次元パターンの拡大縮小で描画するシステムも多数存在するが、その場合には利用者の方向に対応した2次元のパターンをあらかじめ持つておく必要があり、画面上での利用者の方向が限られることになる。FreeWalkの場合には利用者の方向を重要視しており、より細かく方向を表現できる表示形態が望ましいため、ポリゴン描画を採用した。

また、一般的にZバッファを用いた描画では、Zソートを用いたポリゴン表示と比較して計算量が大きくなる傾向にあるが、FreeWalkに両者を実装したところ、あまり違いが目立たなかった。ZソートポリゴンとZバッファポリゴンでは、相貫体の表現においてZバッファポリゴンが優れているため、Zバッファ方式を採用した。

5 おわりに

我々が開発した会合支援システムFreeWalkでは、操作体系・状況把握の補助といったヒューマンインタフェース的な面及び、画面表示に思いきった制限を加えることで高速な描画を可能とするなどの実装面において、ビデオゲームでの技法を参考にした。また、その結果として現在の環境で満足に動作するシステムを作成することができた。

今後の課題として、ビデオゲームにおけるモーションの補間の技術を応用することで、狭い帯域から与えられた断片的なデータを基に、元データを補間することで滑らかな動きを表現し、利用者に他の利用者の動きをわかりやすく示す機構を導入することなどが挙げられる。

FreeWalkのプログラムは、現在Web上で公開中である(<http://www.lab7.kuis.kyoto-u.ac.jp/96/software/freewalk-j.html>)。今後、PCへの移行を模索すると共に、世界規模集会の実施し評価データを収集する実験を予定

している。

参考文献

- [1] Hideyuki Nakanishi, Chikara Yoshida, Toshikazu Nishimura and Toru Ishida, "FreeWalk: Supporting Casual Meetings in a Network," International Conference on Computer Supported Cooperative Work (CSCW'96), pp. 308-314, 1996.
- [2] 中西 英之, 吉田 力, 西村 俊和, 石田 亨, "3次元仮想空間を用いた出合いの支援," 第10回人工知能学会全国大会, pp. 633-636, 1996.
- [3] Hideyuki Nakanishi, Chikara Yoshida, Toshikazu Nishimura and Toru Ishida, "FreeWalk: Supporting Casual Meetings in a Network," SIGGRAPH'96, Visual Proceedings pp. 120, 1996.
- [4] Sugawara, S. and Suzuki, G. and Nagashima, Y. and Matsuura, M. and Tanigawa, H. and Moriuchi, M., "InterSpace: Networked Virtual World for Visual Communication," IEICE TRANS. INF. & SYST. E77-D, 12, 1344-1349, 1994.
- [5] Christer Carlsson, Olof Hagsand, "DIVE-a platform for multi-user virtual environments," Computer and Graphics, Vol.17, No.6, Pergamon Press, pp.663-669, 1993.
- [6] Olof Hagsand, "Interactive Multiuser VEs in the DIVE System," IEEE Multimedia, Spring Issue '96, pp.30-39, 1996.
- [7] David Kurlander, Tim Skelly, David Salesin, "Comic Chat," Proceedings of SIGGRAPH '96, pp.225-236, 1996.