

実感可能なインタフェイスを実現した仮想空間の構築

太田 憲治 本田 新九郎 大澤 隆治 永野 豊 岡田 謙一 松下 温

慶応義塾大学理工学部

E-mail: { kenji, honda, oosawa, nagano, okada, on }@mos.ics.keio.ac.jp

本稿では、仮想空間、並びに仮想空間上のオブジェクトの実感をより高める手法を紹介する。コンピュータネットワーク上に3DCGを利用した仮想空間を構築し、仮想空間上での活動、遠隔地にいる他者とのコミュニケーションが可能な場を提供する研究が盛んに行われており、我々も在宅勤務を支援するための仮想オフィスシステム"Valentine"の研究を行ってきた。しかし現在の仮想空間においては、画面を見ることによって情報を得ることがほとんどであり、得られる情報も現実世界で得られる情報と比較するとごくわずかである。また現実世界と仮想空間における行動はほとんどの場合異なっている。この現実世界と仮想空間との差が、仮想空間に対する実感の妨げになっていると考えられる。そこで Valentine では、ユーザの身振り情報をアバタに反映させることによりノンバーバル情報の伝達を行い、握手デバイスを用いた仮想握手を実現した。また、風力測定デバイスを作成し、画面上に息を吹きかけることによって仮想空間上のオブジェクトを操作することを可能にした。

A technique of constructing the virtual space which gives reality

Kenji Ota, Shinkuro Honda, Takaharu Oosawa,
Yutaka Nagano, Ken-ichi Okada, Yutaka Matsushita

Faculty of Science and Technology, Keio University

E-mail: { kenji, honda, oosawa, nagano, okada, on }@mos.ics.keio.ac.jp

In this paper, we propose the new technique which can let us realize a virtual space and object further. Now many reserchers have constructed 3D virtual space, in which people can take a walk, do shopping, communicate with distributed members and so on. We also have built a virtual office system "Valentine" which supports home office workers. However in many systems users get almost all information only by watching picture, and it is much less than in the real world. There are many obvious differences between the action in the real world and the virtual space in most case. We can consider that those differences prevent us from realizing the virtual space. So in our office system we transmit "non-verbal information" by letting the avator reflect user's state and action, and realize "virtual handshake" by using the handshake device. We also make device that measures the strength of the wind. This makes it possible that users can handle objects in the virtual space by only blowing it.

1 はじめに

近年のコンピュータの高性能化、小型化、低価格化により、パソコンが一般家庭にまで広く普及しつつあ

る。またグラフィック表示能力、ネットワーク技術の発達も大変に目覚ましいものがある。このような時代背景のもと、コンピュータネットワーク上に3DCGで描いた仮想空間を構築し、ユーザがアバタと呼ばれ

るユーザの分身を操作して仮想空間上での活動、遠隔地にいる他者とのコミュニケーションが可能な場を提供する研究が盛んに行われている。

不特定多数のユーザが存在する都市や街などの大きなコミュニティの場合、それほど親密なコミュニケーションをとることはない。しかし、オフィスや学校などのように現実世界と強い結びつきがある比較的小さなコミュニティの場合などにおいては状況は全く異なってくる。このような場合、「仮想空間が存在し、その空間を仲間と共有している」という実感をユーザに与えることが重要となってくる。またユーザはアバタの向こうに真の相手の姿を見ながらコミュニケーションをとるため、より親密なコミュニケーションを求めると思われる。

コミュニケーションは、意見や情報を交換するプロセスであり、交換される情報には文字で表現できるバーバル情報と、表情、ジェスチャなどのノンバーバル情報がある。バーバル情報の占める割合は全情報の30%以下であると報告されており、質の高いコミュニケーションを実現するためにはノンバーバル情報の伝達が必要不可欠である。しかし、現在の仮想空間においては、ユーザの分身であるアバタはメンバがどこを向いているかを示す役割、メンバを識別する役割しか果たしておらず、コミュニケーションにおいて重要な意味をもつノンバーバル情報が欠如している。また現実世界では当たり前のように行っており、人間のコミュニケーションにとって重要な意味をもつ接触行動も不可能である。このように仮想空間は、対面環境と比較して大きく異なるため、親密なコミュニケーションがとりにくく、仮想空間上のメンバを実感しにくいという問題点が生じていた。

また現実世界でオブジェクトを操作する場合と仮想空間上でオブジェクトを操作する場合の動作は、ほとんどの場合異なっているため、仮想空間上のオブジェクト、さらには仮想空間自体を実感しにくいという問題点があった。

そこで本稿では、現実世界と仮想空間の間の差を埋めることによって仮想空間への実感を高める手法を提案する。まず各々のアバタに身振り情報を持たせ、遠隔地にいる他者との仮想握手を可能にした仮想オフィスシステム“Valentine”を紹介し、次に画面上に息を吹きかけることによって仮想空間上のオブジェクトを操作することを可能にする風力測定デバイス“Windy”について紹介する。

2 仮想オフィス Valentine

我々はこれまで、在宅勤務者のための仮想オフィスシステムの研究を行ってきた[1][2]。筆者らが実現したシステムである Valentine は、地理的に分散したユーザをネットワーク上に仮想的に構築したオフィスに出勤させ、そこで他のメンバの雰囲気・気配を伝達し、コミュニケーションを支援するシステムである。遠隔地にいる他の社員の気配を伝達するために、「周辺視ビュー」及び「効果音」を実現し、アウェアネスの提供を行った。また、アウェアネスの過度な提供が効率的な個人作業の妨げとなることから、ユーザの「集中度」を定義し、集中度に応じたアウェアネス提供環境を実現した。この Valentine は、分散したメンバのインフォーマルコミュニケーションなども支援しているが、ここでは音声や映像でのコミュニケーションであったために、他のメンバとの身体的接触を行うこと、例えば、肩を叩いたり、握手をするといったことが出来なかった。またアバタに関しても、他の仮想空間システムと同様に人間の識別が主な役割であった。

3 仮想空間上における他者の実感

3.1 身振り情報

前述したように、質の高いコミュニケーションを実現するためには表情、口調、ジェスチャなどのノンバーバル情報の伝達が必要不可欠である。また、親しい間柄においては、相手のちょっとした仕草や状態がコミュニケーションのきっかけとなる。そこで本研究では人間の身振り（ジェスチャ）に着目し、ユーザの身振り情報をアバタに反映させた。これにより、ユーザは遠隔地にいる他のメンバの様子を知ることができ、他のメンバをより実感することが可能となる。

3.1.1 スポットニング認識手法

ノンバーバル情報の多くは、ユーザがほとんど意識することなくこれらの行動を行う。従って、ユーザがこれらの情報を手動入力するのは不自然である。また、仕事をする必要があるため、特別なセンサ等を装着することもふさわしくない。そこでカメラからの映像を画像処理する方法を用いた。この画像処理部分のアルゴリズムとして、西村、岡 [3] が提案、研究し

ているスポッティング認識手法を用いた。この手法の特徴を以下に示す。

- 画像処理時の背景や被験者の衣服の変化に強い
- リアルタイムにジェスチャ認識が可能である
- あらかじめ登録しておいたジェスチャとのマッチングによる認識を行う
- ジェスチャの教示が可能である

3.1.2 Valentine への実装

作業風景などのビデオ撮影、アンケートなどより、「暇そうである」、「伸び」、「考え込む」、「腕組み」、「呼びかけ」、「お辞儀」、「うなずき」を認識対象のジェスチャとした。

また上記のジェスチャ、及び「肘をつく」、「のけぞる」というジェスチャは手動入力でも行えるようにした。

Valentine の実装画面、及びアバタのポーズの例をそれぞれ図1、図2に示す。



図 1: 実装画面

3.2 触覚情報

3.2.1 握手

あらゆる表現手段の中で最初に現れ最後まで使い続けるのが接触 (touch) である [4]。これは個人のレベルでも人類全体としても最も広く見られ、最も身近な信号体系である。この中心的な存在は握手であり、これは最重要かつ最も典型的な接触行動である。握手は敵意を捨て、今後の努力で憎しみではなく愛し合いたい方向へ向かいたい気持ちを表現している。

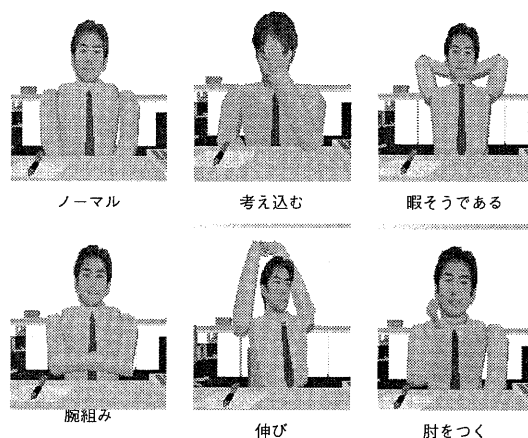


図 2: アバタのポーズの例

握手はまた、開いた手の平をお互いに合わせて触れ合うことで、相手に自己を開いていることを積極的に伝えるものだとも言われている。

しかし現在の仮想空間においては、現実世界において当たり前のように行っている握手を行うことは不可能である。そこで本研究では、握手をする相手の握る力を反映させて手を握る握手デバイスを用いて、遠隔地にいる他者との仮想握手を実現した。これによりユーザは遠隔地にいるメンバとのより親密なコミュニケーション、またそのメンバをより実感することが可能となる。

3.2.2 握手デバイス

仮想の握手を行うために、握る力を入力する「マネキンハンド」、ユーザの手を握る「にぎ郎君」の2台のデバイスを作成した。

マネキンハンドは手の型どりをを行い、シリコンで復元することにより作成している。また専用の塗料によって着色を行っているため、非常に精巧にできており、外観、色、柔らかさなど本物の手と比べても遜色はない。このマネキンハンドには、圧力センサが取り付けられており、ユーザがどのくらいの力で握ったかを検知することが可能となっている。ここで読みとった値がにぎ郎君に送信され、にぎ郎君の握る力に反映される。

握手で手を握られる場合、手と垂直な方向に力が

加わる。この力をにぎ郎君においても再現するために、スライド式の金具を利用し、可変部分に指先の第2関節より先の部分、固定部分にそれ以外の手の部分を発泡スチロールにより作成した。これにより第2関節より先の部分がスライドし、スムーズに手を握ることが可能となっている。このハンド部をコンピュータから制御可能なロボットである MoveMaster に装着することにより、ユーザの手を握り返す握手が可能になる(図3)。にぎ郎君は光センサによってユーザがにぎ郎君を握っているかどうかを判定し、マネキンハンドで計測された握れをもとに強い、弱いという2種類の力でユーザの手を握るようになっている。

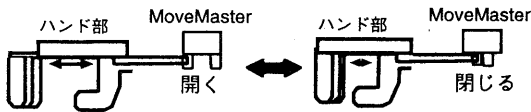


図3: ハンド部の動き

この握手の様子は仮想空間にいる第3者からも Valentine の画面を通して見る事が可能である。図4に第3者から見た画面の様子を示す。

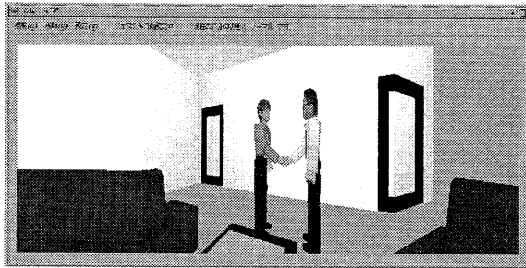


図4: 第3者から見た画面

4 現実世界の動作の仮想空間への反映

4.1 ヒューマンインタフェース

ヒューマンインタフェースとは人と機械とのコミュニケーションを効率的で快適なものにし、人の能力と

機械の性能をフルに発揮させることにある[5]。しかし、ユーザが行いたいことを機械に伝達したり、機械の処理結果を人の感性や直感に直接訴えかけるように提示したりすることが困難で、まだまだ人の対面コミュニケーションのようにはいかないのが現状である。例えばコンピュータでオーケストラの指揮ができるとした場合、各パートと不断に情報をやりとりする必要があるが、これはキーボードからの入力では難しく、ユーザが実行したいことを感情なども交えて即時に機械に伝達するような新しいインタフェースが必要となる。この新しいインタフェースには、ユーザに身体的拘束を与えることがないインタフェースの自然さ、ユーザに認知的負担を与えず直感的であることなどが求められる。

4.2 仮想空間における行動の実感

現在、仮想空間内におけるオブジェクトの操作は、一般的にマウスボタンのクリック、メニューからの選択によって行う。そのため、実際に現実世界でオブジェクトを操作する場合の動作とは掛け離れている場合がほとんどである。例えば、現実世界でろうそくが燃えている場合、息を吹きかけることによって、ろうそくの炎を揺らしたり消したりできる。しかし仮想空間(画面)上のろうそくに向かって息を吹きかけても当然何の変化も起こらず、操作はマウスクリックなどによって行わざるを得ない。この現実世界と仮想空間のオブジェクトの操作時における行動の差が仮想空間、及び仮想空間上のオブジェクトに対する実感の妨げを生じさせられると思われる。そのため、仮想空間及び、仮想空間上のオブジェクトに対する実感を高めるためには、現実世界と同じ動作で仮想空間上のオブジェクトの操作を可能にする新たなインタフェースが必要となる。そこで本研究では、画面上のオブジェクトに向かって息を吹きかけることによって操作を可能にする風力測定デバイス Windy を作成した。

4.3 風力測定デバイス“Windy”

Windy は幅 27.5cm、奥行き 10cm、高さ 10.5cm の箱型のデバイスであり、これをディスプレイの正面下部に設置し使用する。このためデバイスが画面の邪魔になることはない。Windy は、ユーザの吹きかける息を受け取る受風部とその吹きかける息の強さを測定する測定部からなる。ユーザが画面に向かって息を

吹きかけると、その風は画面で跳ね返り、下に流れてくる。その風を受風部が受け取り回転するようになっている。測定部は円形のグラデーション板、レーザー光、光センサからなっており、受風部とグラデーション板は中心を通る棒を通じて連結されている。従って、受風部が風を受け回転すると、それに合わせてグラデーション板も回転する。このグラデーション板は、偏光板を角度を10度ごとに変化させて組み合わせることによりグラデーションがかかっている。このため角度によって透過する光の強さが異なる。このグラデーション部分には、図5ようにレーザー光が当たっており、透過してくる光の強さを光センサで読み取ることにより、受風部の回転角度の検出、つまり吹きかけた息の強さをリアルタイムに判定することができる。また、測定部にはカバーがついており外界の光を遮断するため、周囲の環境に影響を受けることなく測定を行うことが可能である。

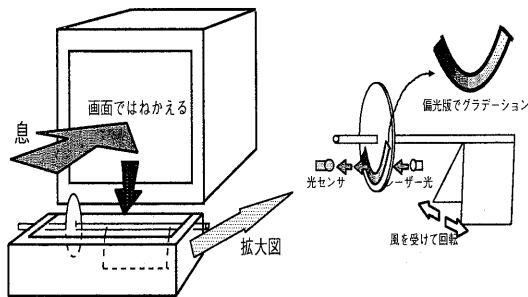


図 5: Windy の動作原理

Windy を使用した仮想誕生日パーティーの様子を図6に示す。ユーザが画面上のろうそくに向かって息を吹きかけるとリアルタイムにろうそくの炎が揺れ、また強く吹くことによってろうそくを吹き消すことが可能となっている。

5 香りの効果

現在、都会から離れて豊かな自然の中で心身のリフレッシュとリラクゼーションを図り、創造性を高める「リゾートオフィス」と呼ばれる自然共生型のオフィスが注目を浴びている [6]。つまり、自然環境の中で自然の変化やその空気を感じながら働くことにより、

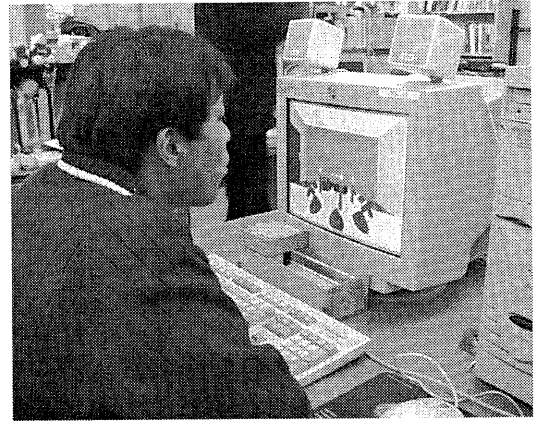


図 6: 仮想誕生日パーティー

壮大な構想や柔軟なアイデアを導き、生産性の向上を実現しようとするものである。自然の中でのんびりする森林浴は血圧を安定させたり、ストレスを緩和させる効果があることが明らかにされている。また心理的・生理的に良い効果があるというアロマセラピー的効果の存在が科学的にも証明されてきている。最近ではより快適性・機能性を高めるために興奮作用や緊張緩和作用を与える香りを流したり、さらには香りによって体感温度を変えて暖房効果を高めるといった研究も行われている [7]。

香りが人間に与える影響には様々なものがあり、一般的に興奮作用のある香りとして”ジャスミン”、”バジル”、”ペパーミント”、鎮静作用がある香りとして”ラベンダー”、”レモン”、”カモミール”などが知られている。また、花、バー、焼き鳥屋などから発生する香り(匂い)によって、人間は何らかの感情を抱いたり、またその場所にいることを実感したりしている。そこで、これらの香りの変化を取り入れ、あたかもその場にいるような香りを提供することによって仮想空間に対する実感を高めたり、人間の状態に合わせて流す香りを変化させることにより、集中力、リラクセスの増幅を行っていく予定である。

6 まとめ

本稿では仮想空間、並びに仮想空間上のオブジェクトの実感をより高める手法を提案した。現在の仮想空

間は画面で見ることによってしか情報を得ることができず、得られる情報も現実世界で得られる情報量と比較するとごくわずかである。また現実世界でオブジェクトを操作する場合と仮想空間上でオブジェクトを操作する場合の動作は、ほとんどの場合異なっている。この現実世界と仮想空間との差が、仮想空間に対する実感の妨げ、また親密なコミュニケーションを行う上での障害となっていた。そこで本研究では、ユーザの身振り情報をアバタに反映させ、握手ロボットによる仮想握手を可能にすることによって、遠隔地にいる他者との親密なコミュニケーション、遠隔地にいる他者の実感を可能にした Valentine、さらに、画面上に息を吹きかけることによって仮想空間上のオブジェクトの操作を可能にする Windy を実装した。

[7] 栗岡 豊, 外池 光雄, “匂いの応用工学”, 朝倉書店, 1994.

参考文献

- [1] 本田, 富岡, 木村, 大澤, 岡田, 松下, “作業者の集中度に応じた在宅勤務環境の提供-仮想オフィスシステム Valentine”, 情報処理学会論文誌, Vol39, No5, 1998.
- [2] S.Honda, H.Tomioka, T.Kimura, T.Ohsawa, K.Okada and Y.Matsushita, “A Virtual Office Environment Based on a Shared Room Realizing Awareness Space and Transmitting Awareness Information”, Proceedings of the ACM Symposium on User Interface Software and Technology, Oct. 1997.
- [3] 西村, 向井, 野崎, 岡, “低解像度特徴を用いた複数人物によるジェスチャの単一動画像からのスポッティング認識”, 電子情報通信学会論文誌, VolJ80-D-II, No6, 1997.
- [4] リージャー・プロズナハン, “しぐさの比較文化 ジェスチャーの日英比較”, 大修館書店, 1988.
- [5] 黒川 隆夫著, 原島 博監修, “ノンバーバルインタフェース”, オーム社, 1994.
- [6] 通商産業省環境立地局立地指導室, “分散型オフィスガイドブック -新たなるワークスタイルの実現に向けて-” 社団法人日本サテライトオフィス協会, 1995