

# 「フローティングインターフェース」の開発

## Development of "floating interface"

石川 大, 采原 克美, 富澤 功

Masaru Ishikawa, Katsumi Unehara, Isao Tomisawa

**要 旨** 今までにない新感覚のユーザーインターフェースを目指し、立体映像ユーザーインターフェース「フローティングインターフェース」の開発を行った。

「フローティングインターフェース」は、当社が開発した裸眼立体映像システム「3D フローティングビジョン」を基本技術とし、映像サイズを大型化しセンサーとリアルタイム CG を組み合わせ、さらに進化させたものである。今回の開発により、空中に文字や絵を描いたり、空中に浮かんだコンピュータ (PC) のウィンドウを操作するなど、空中に表示された映像に直接指で触れることによるインタラクティブ操作を実現可能とした。

いくつかの展示会において多くのお客様に体感してもらったところ、立体映像の視認性や操作感 は好評で、「フローティングインターフェース」の実用性を確認することができた。

**Summary** Aiming at a new feeling for the user interface of future, we developed the "floating interface" that applied 3D imaging to a user interface.

"Floating interface" evolved from a glasses-free 3D image system "3D floating vision" which our company developed. On this trial production, the image size is enlarged, and it combines a sensor and real-time CG. Interactive operation is realized by touching 3D image displayed in the air, such as drawing characters and pictures in the air, or operating the window of a computer(PC) which floats in the air.

When many visitors experienced this technology in several exhibitions, the visibility and the operation feeling of 3D image were popular and we were able to confirm the possibilities of our "floating interface"

**キーワード** : 立体, 三次元, 3D, インタラクティブ, ユーザーインターフェース, バーチャルリアリティ, VR, リアルタイム CG, センサー, 臨場感, 箱庭的臨場感

### 1. まえがき

近年、映像分野におけるハードウェアの高精細化、大容量化、多機能化などの進化は目覚ましく、また、処理能力の向上、ネットワークとの融合などにより、さまざまな映像表現が可能となってきている。こうした状況は、立体映像システムにもさまざまな恩恵をもたらしており、新しい立体映像システムと融合することで、既存技術の延長に留まらない新たなエンタテインメント分野を開拓することも夢ではなくなりつつある。

筆者らは、新しい感覚の臨場感「箱庭的臨場感」を提案し、それを実現するための裸眼立体映像システム

「3D フローティングビジョン」の開発を行ってきた。「3D フローティングビジョン」は、従来の立体映像のような、見るだけのシステムに留まらず、立体映像における新たな価値、概念を生み出すべく、インタラクティブやインターフェースへの展開、エンタテインメントへの応用を常に念頭に置き、開発を進めてきた。

今回、新感覚の臨場感と直感的な操作を実現し、SF 映画のワンシーンを彷彿させる、未来感溢れるインターフェースを目指し、立体映像ユーザーインターフェース「フローティングインターフェース」の開発を行ったので、以下に報告する。

## 2. 立体映像によるユーザーインターフェースの実現

現在までに、裸眼立体映像システムを実現するものとして、多数の方式が発表、実現されている。その中において「3D フローティングビジョン」は立体映像を観察するだけに留まらず、直接手で立体映像に触れる、指の上に立体映像を乗せるといったような体験を、容易に可能にする方式である。

例えば、専用メガネを用いずに立体映像システムを実現する方式として、メガネなし両眼視差立体方式が存在する。代表的なものは視差バリア方式やレンチキュラー方式<sup>(1)</sup>などであるが、いずれの方式も右眼には右眼用映像、左眼には左眼用映像を見せることで生じる虚像によって立体映像を実現している。この場合、観察者の眼の焦点位置と立体映像が知覚される表示位置とは異なっている。例えば、ディスプレイ表面より手前に浮かび上がった映像を見ると、眼の焦点はディスプレイの表面上に合わせながらも、実際には手前に浮き出している立体映像を知覚していることになる。このことは、立体映像における眼精疲労の原因であることが知られているが、ユーザーインターフェースに応用する場合においても、不都合が生じる可能性を含んでいる。例えば、手、または指を伸ばし立体映像に触れようとすると、目の焦点位置がディスプレイの表面から立体映像に触れようとする手(指)の位置に自ずと移動することとなり、少なからず違和感が生じてしまう。

これに対し、「3D フローティングビジョン」が表示する立体映像は、3D 用レンズ(マイクロレンズアレイ)が結像する実像であるので、眼の焦点は最初から立体映像の位置にあるため、立体映像の位置に手を持ってきても違和感なく、直接触れていることを容易に認識することができる。

## 3. 「フローティングインターフェース」の構成

### 3.1 概要

今回開発した立体映像ユーザーインターフェース「フローティングインターフェース」は、当社が開発した裸眼立体映像システム「3D フローティングビジョン」にセンサーとリアルタイム CG を組み合わせ、さらに進化させたものである。

ベースとなる「3D フローティングビジョン」は、従来の立体映像システムとは異なる新感覚の臨場感を実現するもので、特殊な 3D 用レンズの結像作用と心理的な立体効果を高める処理を施した映像との相乗効

果により、専用メガネがなくても立体映像を楽しむことができるシステムである。心理的な立体効果を高める手法としては、例えば、対象物の陰影やコントラストを最適化するなどの映像処理がある。

従来の立体映像システムは、専用の特殊メガネを必要としたり、特殊メガネが不要な場合でもシステム自体が複雑になってしまったりと、扱いづらい点が数多く存在した。これに対し、「3D フローティングビジョン」は、以下の特長がある。

- ・裸眼のまま飛び出す映像が楽しめる
- ・構成がシンプルで量産に向いている
- ・コンテンツ(映像)の制作が容易
- ・眼に負担が少なく自然な映像

なお、「3D フローティングビジョン」についての詳細は、過去に掲載された「PIONEER R&D」<sup>(2)</sup>などを参照してほしい。

### 3.2 基本構成

今回開発した「フローティングインターフェース」の基本構成を説明する。図 1 に示すように、液晶ディスプレイに表示された映像は、3D 用レンズによって集光され、3D 用レンズの手前の空間上に結像される。結像される面は、3D 用レンズによって定義される空間上の平面であってスクリーンなどの物体が存在するわけではない。

この結像された映像が空間に位置する付近にセンサーを設け、観察者が動かす指の位置データ(座標)を PC に瞬時に送り、リアルタイムで描画処理することで、立体映像ユーザーインターフェースシステムを構築している。例えば、空中に浮かんだ軟らかそうな物体の映像を指で触ると、触れた部分が凹み、指を離すと元に戻る、というような映像表現が可能になる。指が触れた位置をセンサーが検知し、その位置情報から映像(リアルタイム CG)が作成され、リアルタイムにディスプレイ上にフィードバックされる。ただし、結像された映像に触れたときに、映像や音声はリアルタイムに反応があり変化するものの、指先には物に触れている感触はなく、それが逆に不思議な感覚を生み出している。また、映像や音声の反応、演出次第では、あたかも感触があったかのような、一時的な錯覚が生じることもある。さらに、視覚情報と対象に触れた感覚との相乗効果で、より自然な感覚を実現できると考えられる<sup>(3)</sup>ので、将来的には実際の感触を付加していく可能性もある。

以下に、「フローティングインターフェース」の詳細

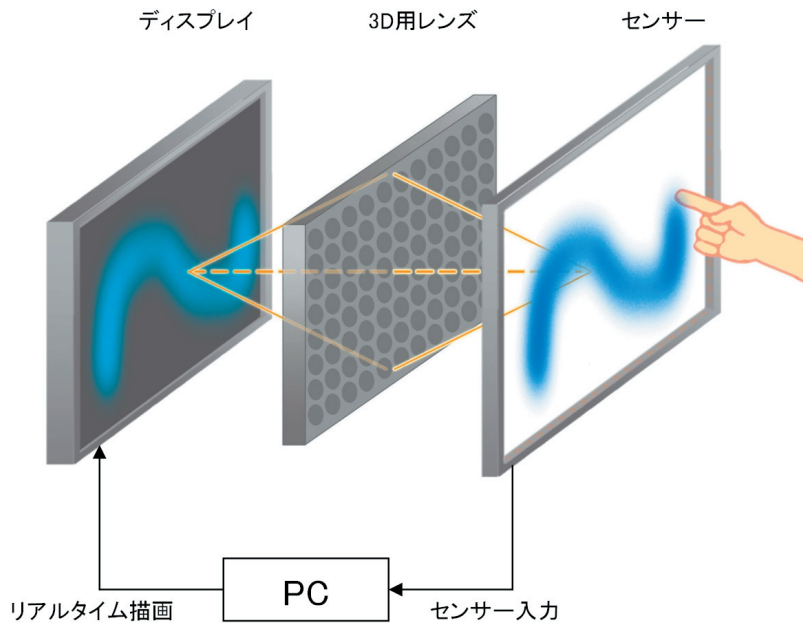


図1 「フローティングインターフェース」の基本構成

細 (個々のデバイス) を説明する。

### 3.3 3D用レンズの大型化

従来の「3Dフローティングビジョン」は6インチ程度であったため、もっと大きな映像を見たいという要望は数多く寄せられていた。また、指でインタラクティブに操作するには、ある程度の領域は必要であり、従来の6インチ程度では少し小さい。そこで今回、3D用レンズを大型化し、映像サイズで15インチ程度を実現できる3D用レンズを試作することにした。

これまでの3D用レンズとは全ての製作条件が異なり、3D用レンズの製作自体が困難となるリスクが予想されたため、仕様の決定に十分な時間を費やした。仕様を決定するための検討項目としては、必要なレンズサイズ(画像サイズ)、WD(結像距離)、解像度、使用する液晶ディスプレイとのマッチングなどさまざまな項目を検討した。また、ソフト上でのシミュレーションを行いながら、これらのパラメータを変更可能な評価機を製作し、最適なパラメータの値を理論と実験の両側面から導き出した。

レンズ性能と仕上がり精度を高めるために、試作サンプルを製作し、その評価とフィードバックという作業を繰り返し行い、慎重かつ確実にプロセスをすすめることによって、最終的に実用レベルの3D用レンズを試作することができた。3D用レンズを大型化することによって、空間に表示される映像がサイズアップされた効果は非常に大きく、臨場感やボリューム感、

迫力の増加などを充分感じられた。また、インタラクティブ操作やインターフェース応用への可能性を拓くができた。

また、3D用レンズの大型化に伴い、観察距離が近い場合には、視野角の関係で画面周辺部が視認しにくくなる可能性があり、対策を検討した。同時に、操作性向上のため、画面上のインターフェースの配置や構成を検討した。その結果、大型化した画面の有効利用を可能にする光学的な工夫を行うことにした。具体的には、図2に示すように、画面の中心部にアプリケーションエリア、周辺部にメニューエリアを設け、光学的にエリアを分離し、周辺にあるメニューエリアの光線を、やや内側に曲げることによって、観察者が全

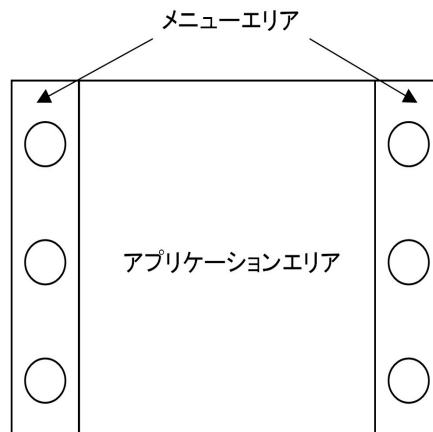


図2 アプリケーションエリアとメニューエリア

てのエリアの映像を同時に視認できるようになっている。後述するが、これらの画面構成はアプリケーション作成と合わせて検討を行っている。さらに、観察者の操作する指が直接触れる可能性を考慮して、レンズ保護のためのアクリルカバーを装着した。アクリルカバーには、AR(反射防止)処理が施してある。

### 3.4 センサー

キーパーツのひとつであるセンサーは、観察者が何も無い空間に浮遊する映像を自由に操作している感覚を出すために、指が何かを触れて(例えば、感圧式)位置を検知するのではなく、非接触で検出するものが望ましい。また、特殊なメガネをかけずに観察できるのであるから、指先や手にもマーカ―や発信装置のような特殊なものを装着したり、保持したりすることなく位置を検出するものが望ましいと考えた。

センサーは、観察者の操作する指の位置(座標)や距離を検知できれば、どのような原理や方式でもかまわない。世の中には数多くのセンサーが存在する。例えば、超音波や赤外線などの光学式、或いは画像認識などがある。形態としては、枠型やカメラ型などがあり、検出できるのが2次元なのか3次元なのか、などの違いもある。

さまざまなセンサーを検討した結果、今回は応答速度や検出精度、組み込み方法(組み込み易さ)の観点から、赤外線を用いた光学式タッチパネルに使われている技術と同等のものを応用することにした。センサーの応答速度はインタラクティブ性には非常に重要であることが知られており<sup>3)</sup>、レスポンスが悪くと操作感を大きく損なう。今回使用したセンサーは、検出は一点しか行わず、観察者は指一本での操作が前提となっている。また、画面上の縦、横を検知する2次元(XY)センサーであり、奥行き方向は検知していない。これらは、今後の課題としていきたい。

### 3.5 PC

PCは、センサーと映像のリアルタイム処理が必要なので、ある程度の性能を持つPCが望ましいが、特にグラフィックスに特化したハイエンドマシンを必要としない点も、「フローティングインターフェース」の特徴のひとつといえるだろう。今回使用したPCは、スペックとして、CPU:Pentium4-3GHz、Memory:1GB、Graphics Memory:256MB程度であり、現在一般的に市販されているミドルクラスのものである。

### 3.6 筐体

「フローティングインターフェース」において、筐

体のデザインは重要な役割を果たしており、とりわけ空間に結像された映像近傍のデザインは、映像の浮遊感や視認性、またインターフェースとしての操作性などに影響してくる。そのため、これらの要素が向上するように、筐体の形状や色、またセンサー配置方法など総合的な面から筐体のデザインを検討する必要があった。そこで、簡易な実験評価機を製作し、さまざまな形状を繰り返し評価することによって、より適した筐体デザインを導き出した。今回製作した筐体は、**図3**に示すようなデザインになっているが、これに限らず今後も検討を続けていく。筐体に関しては、共同研究先の島根県産業技術センターの協力を得て製作を行った。



図3 「フローティングインターフェース」の筐体デザイン

## 4. アプリケーション

### 4.1 事前検討

作成するアプリケーションの仕様などの検討を行うにあたり、3D用レンズ、センサー、及びリアルタイムCGを組み合わせることで、どのような効果が実際に期待できるのかを評価する必要があった。そこで、事前検討用のアプリケーションをC++にDirectXを組み込んだ環境で作成した。これは、後述する「空中お絵かき」のプロトタイプ的なアプリケーションであるが、このアプリケーションを利用することで、臨場感と直感的な操作を実現するために必要な立体的効果や演出効果、センサーに必要な精度や反応速度の確認、検討を行った。その結果、今回作成する「フローティングインターフェース」のアプリケーションにおいては、楽しさや驚きといったエンタテインメント性をより多く取り入れることが、機能の特徴をアピールする上で効果的であるという結論に至った。また同時

に、限られた人数と時間という条件で、完成度の高いデモンストレーション用アプリケーションを実現するためには、開発方法に関して見直す必要があることがわかった。

## 4.2 開発ツールの選定

「フローティングインターフェース」のデモンストレーション用アプリケーションは、リアルタイムCG、動画、効果音、センサーなどのさまざまなインタラクティブ制御を同時に処理する必要があった。これに加えて、限られた人数と時間で完成度の高いアプリケーションに仕上げる必要があり、その開発に使用するツールの選定は非常に重要な要素となっていた。当初、開発に関してはC++を利用することを前提としていたが、さまざまな要因から開発にかけられる時間と人数が限られており、開発ツールを含めた開発方法に関して、再度見直しをかけることにした。開発ツールに求める具体的な条件としては、以下のものがあった。

- ・リアルタイムCG、動画、効果音などを同時にインタラクティブ制御できること
  - ・短期間に完成度の高いアプリケーションの作成が可能であること
  - ・修正、変更の自由度が高く、且つ容易であること
- この条件に基づき、さまざまなツールを調査した結果、VRツールで、ゲームソフトのプリプロダクトにも応用可能な「Virtools Orient Developer」という開発ツールが最適であるという結論に至った。このツールの特長は、非常に多数のインタラクティブ制御などの機能がオブジェクト化された状態で用意されており、これらをグラフィカル、且つ有機的に組み合わせることでアプリケーションの作成を実現していることである。また、各機能は、内部的にはC++で記述されており、カスタマイズに関しても非常に柔軟に対応できるようになっている。

## 4.3 画面構成

今回、「フローティングインターフェース」の特長である直感的な操作と臨場感を効果的に体感できるデモンストレーション内容を検討し、5種類のアプリケーションを作成することにした。また、ユーザーインターフェースとしての可能性を、より明確に示すために、前述の画面の有効利用や筐体デザインなどの検討結果と合わせて、各アプリケーションの起動や切り替えなどをスムーズに行い、且つアプリケーション起動時の操作性を向上するような画面構成を検討した。

図2に示すように、画面はメニューボタンが配置さ

れているメニューエリアとアプリケーションが動作するアプリケーションエリアとで構成され、それぞれのエリアの有効範囲は独立して調整が可能となっている。メニューエリアには最大6個のボタンを配置することが可能となっており、このボタンを空中で押下することによって各アプリケーションが起動する。アプリケーション起動中は、ボタンの表示は消え、後述する図8a、8bのような文字情報などを表示させることが可能となっている。アプリケーションエリアは、アプリケーションが表示されるエリアで、起動後は全ての動作はこのエリアで行われる。また、アプリケーションが起動していないときには、ヘルプなどの表示が可能となっている。

## 4.4 アプリケーション詳細

### 4.4.1 初期画面

図4aに示すように、アプリケーションを起動するメニューボタンが表示されている画面である。ボタンは立体的な球形状をしており、空中で上下左右にゆっくりと動くことで浮遊感を演出している。このボタンを押下することで、ボタンに割り当てられたアプリケーションが起動する。ボタン押下時は、図4bのように、選択されたボタンの中央が一瞬凹み明滅する。

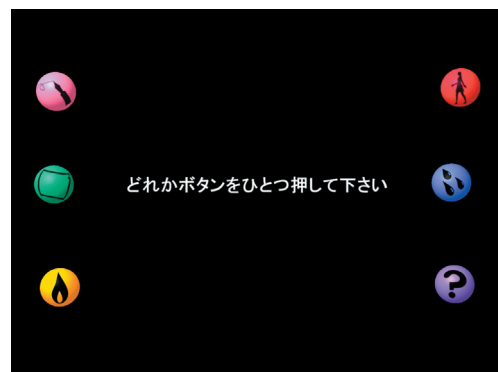


図4a 初期画面

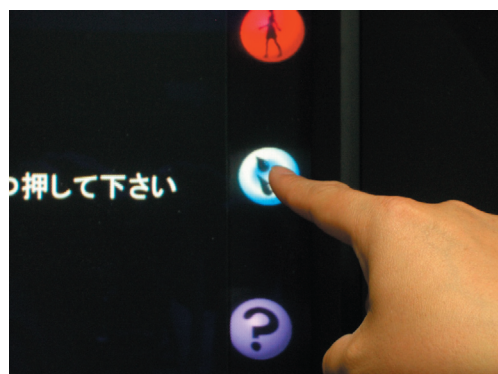


図4b ボタン押下

この間に他のボタンは後方に下がり消えていき、遅れて最後に選択されたボタンが後方に下がって消えていく。また、この動作に同期した浮遊音やボタンが後方に下がる効果音、ボタンを押したときの効果音を加えることで臨場感やデモンストレーションへの期待感をより一層引き立たせている。

各ボタンは、独立して、色やアイコン画像の設定、表示位置の調整、表示 / 非表示の設定、アプリケーションの割り当ての設定が可能となっており、デモンストレーションの状況に柔軟に対応できるように設計されている。また、アプリケーションの割り当てについては、単独のアプリケーションの割り当てだけに留まらず、指定した順番で複数のアプリケーションが連続して起動する設定（コース設定）も可能となっている。

#### 4.4.2 空中お絵描き

空中に指を使って絵や文字を描くことで、幻想的な感覚を実現したデモンストレーションである。図5に示すように、何もない空間に指を挿入すると、その指の軌跡に沿って線を描くことができ、あたかも空中に絵を描いているような不思議な感覚が体験できる。

空中に描かれる線は、小さなオブジェクトを連ねたもので構成され、オブジェクトの形状は、星、三角、丸、土星、ハートの5種類が用意されており、オブジェクトは指を入れ直すたびに順番に変化する。指を空中に挿入している間のみ線を描くことができ、指を抜いても描いた線は保持されるが、一定時間が過ぎると、線を構成するオブジェクトが、それぞれ任意の速度で落下しながら消えていく。また、指を一度入れた状態で線を描き続け、描画したオブジェクトの数が一定以上に達した場合、先に描画したオブジェクトから次第に消えていく。オブジェクトの色は、単色や順次変化していくなど任意に設定可能となっている。その

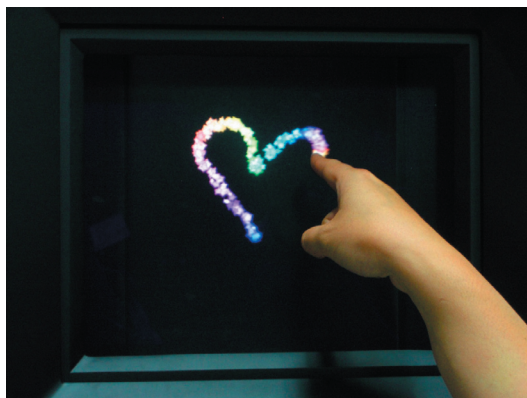


図5 描画の様子

他に、オブジェクトの回転、明滅、大小の組み合わせなどを別途設定可能とすることで、描画する線にバリエーションを設け、単調なデモンストレーションにならないように留意している。また、展示会などを意識し、アプリケーションを終了する時間を設定できるようにしている。実際の触感がないため、効果音も重要な要素となっており、描いた絵や文字の空中での浮遊感や、消える際にはかなさを演出している。

#### 4.4.3 空中ウィンドウ

浮遊するウィンドウの生成、操作を可能とする未来型インターフェースを意識したデモンストレーションである。操作の際には、指でウィンドウを押下した際に、押さえた箇所が凹むなど、リアリティーのあるインターフェースに仕上がっている。

ウィンドウの生成は、何もない空間に指を挿入し対角方向に動かすことで実現する。このとき、ウィンドウ以外の空間に、再度指を挿入し、同様の操作を行うことで最大2個のウィンドウを、同時に表示させることが可能である。図6aに示すように、ウィンドウ中央を押下することで、押さえた箇所が凹み、そのまま



図6a ウィンドウ移動



図6b ウィンドウ拡大縮小

ゆっくり指を動かせばウィンドウの移動を、一定以上の速度で動かせばウィンドウがアプリケーションエリアから飛び出し消去することが可能となっている。移動の際、ウィンドウがアプリケーションエリアの端まで来ると、それ以上ウィンドウは動かないが、さらに指を動かすことで、弾けるようにアプリケーションエリア外に消えていく。また、図 6b に示すように、ウィンドウの端の部分を押下し選択すると、選択した端点が凹み、そのまま指を動かすことで拡大縮小が可能となる。操作時のウィンドウの挙動は、押下した位置を中心に伸縮性のある布地が引っ張られるようなイメージになっている。ウィンドウの操作性を向上させるため、ウィンドウの最小サイズと最大サイズを設定できるようにした。また同様に、移動で選択する領域と拡大縮小する領域の割合も変更可能となっている。また、ウィンドウの押下、移動、及び拡大縮小時の効果音は、操作感を向上させるために大きな役割を果たしている。

#### 4.4.4 空中炎

図 7a に示すように、指先からあたかも本物の炎が出ている感覚を楽しむデモンストレーションである。また、指先から出る炎を使い、導火線に火をつけるというゲーム的な要素も楽しめるようになっている。

何もない空間に指を挿入すると、指先の位置にあわせて炎が出現し(図 7b)、指先の移動に同期して動く。指をゆっくり動かせば炎はたなびき(図 7c)、ある速さ以上で指を動かしたり指を抜いたりすれば炎は消え、消えた後は煙が立ち昇る(図 7d)など、リアリティーを持たせた演出を行っている。またこのとき、炎が燃えている音、消える音、煙の立ち上る音なども、リアリティーの向上に寄与している。指を挿入してから一定時間が経過すると、上部 2 箇所導火線が表示される(図 7a)。この導火線に対して、炎を消さないように指を近づけ着火させる。一定時間内に着火でき

ないと、この導火線は消えてしまいアプリケーションは終了する。着火に成功すると、導火線がチリチリ音を立て燃えていき(図 7e)、画面中央奥まで到達すると、一瞬間置いてから大きな爆発音と共に爆発する(図 7f)。このとき、導火線は一方に着火させた時点で他方は反応しなくなる。指先からあたかも本物の炎が出ている感覚をより現実的にするために、センサーで読み取った座標からのオフセット調整や、炎の長さ、炎が消えてから煙が立ち昇るまでの時間などの調整を設定できるようにしている。



図 7b 炎(指静止)



図 7c 炎(指移動)

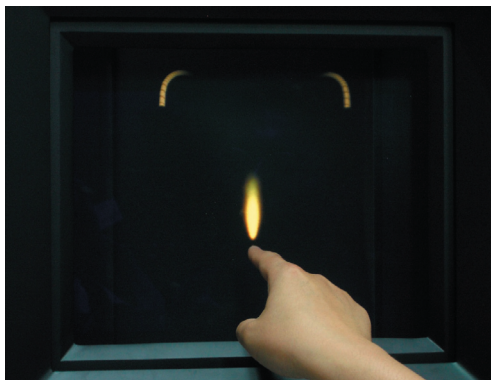


図 7a 操作の様子

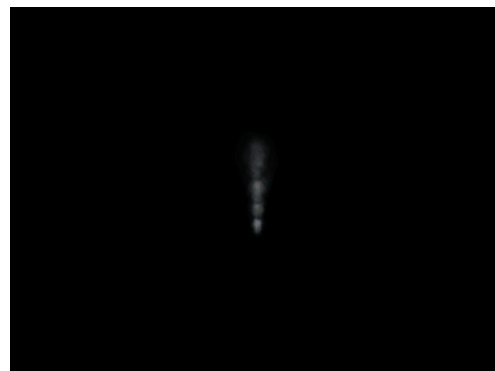


図 7d 煙

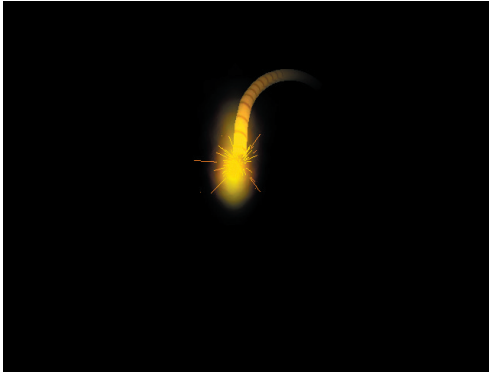


図 7e 導火線着火

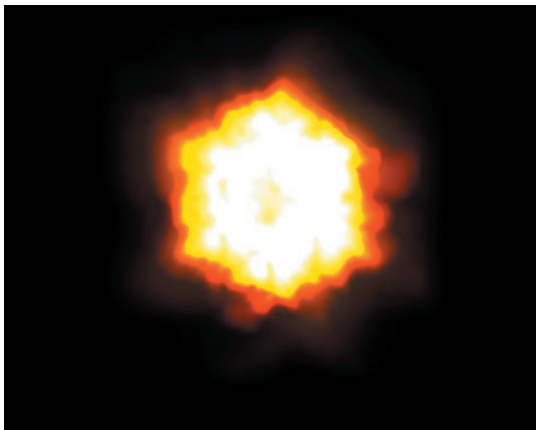


図 7f 爆発

て、つかまったり乗ったりする範囲は調整できるようになっており、指につかまる範囲、指に飛び乗る範囲に分かれている。また、飛び降りる判定についても、仮想的な床や天井の位置を設定できるようになっており、キャラクターの体の一部が、ここに到達すると自動的に飛び降りるような動作を行う。また、一定の確率や条件によって、指につかまったり乗ったりするのに失敗する場合もある。アプリケーションが終了する時間に関しても設定が可能で、この時間が経過すると挨拶をして後方へ歩いて行き、アプリケーションの終了となる。

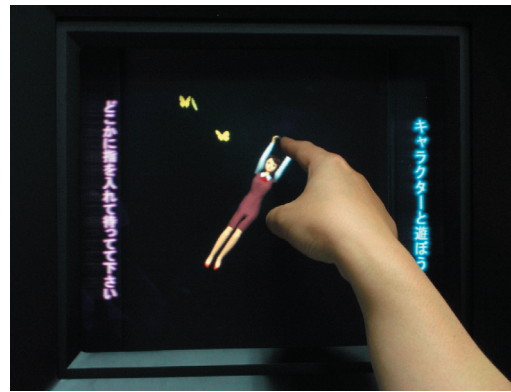


図 8a 指につかまる

#### 4.4.5 キャラクター

かわいらしい女性キャラクターの相手をするなど、仮想空間上の分身であるアバターへの応用が期待できる要素を、多分に含んだデモンストレーションとなっている。この女性キャラクターは、観察者が相手をしなないと退屈で独り言を言いながら歩き回ったり、相手をすると喜んだり怒ったりと、喜怒哀楽を表現するものに仕上がっている。

アプリケーションが開始されると、アプリケーションエリアの上部からこのキャラクターが落下してくる。相手をしなないと独り言を言いながら歩き回っているが、指をキャラクターのいない空間に入れると、近づいてきて指の下につかまったり (図 8a)、或いは指の上に飛び乗ったりする (図 8b)。このとき、指の動く速度によって、体が振られたりバランスをとったりしながら楽しんでいる様子を見せているが、ある一定の速度に近づくとあせりはじめ、それ以上になると振り落とされて怒る。直接キャラクターに触れた場合にも、逃げながら怒る。指の高さ方向の位置によ



図 8b 指に乗る

#### 4.4.6 落ちもの

上部から落下してくる滝や物体などの立体映像とのインタラクティブな反応に対する楽しさを表現したデモンストレーションであり、指の位置で滝の流れが分かれたり、サッカーボールなどの物体が指に当たると跳ねて落下する方向が変化したりする。また、物体を指に当てた回数により、その後の動作が変わるといった多少のゲーム性を持たせている。



何もない空間に指を挿入すると滝が流れ始め、指の位置で滝の流れが分岐し(図9a)、指を抜くと元の1本の滝に戻る。しばらく時間が経過すると、一定時間だけサッカーボールやアヒルの人形といった物体が、滝と一緒に落下してくる(図9b)。この間に指に物体が当たると、その物体は跳ねて落下の方向を変える。物体と指の衝突する回数が、一定回数より多い場合は、当たり判定とみなされ、滝は次第にコインへと変化していく(図9c)。その後、次第にコインの数を減らし終了となる。また、回数が少なければ、はずれとなり、滝の流れは止まり凍ってしまう。この状態で、指を挿入するか、一定時間が経過すると、凍った滝に亀裂が入り崩れ落ちて終了となる(図9d)。滝の流れる音、指に物体が衝突する音、コイン同士がぶつかる音、凍った滝が崩れる音といった効果音を映像と同期させることにより臨場感を向上させ、あたかも実際に指に触れている感覚があるかのような錯覚を引き起こしている。

#### 4.4.7 ヘルプ画面

図10に示すように、各ボタンに割り当てられたアプリケーションのヘルプ(簡単な説明)が表示され、アプリケーションエリアのどこかの部分に触れると初期画面へ戻るようになっている。

#### 4.4.8 アプリケーションの効果

以上、どのアプリケーションにおいても、実物体(指)と空間に浮遊する映像とが、同一空間上において見事に融合していることが確認できた。また、操作することによって、不思議で幻想的な感覚を体感したり、リアリティ溢れる操作感を体感することができ、ユーザーインターフェースとしての有用性、可能性を提示することができた。

#### 4.5 調整機能

臨場感や直感的な操作感などは、アプリケーションの細かな作り込みによって大きく左右されることが事前検討などで確認されていた。そこで、調整が必要である項目に関しては仕様検討時に抽出しておき、調整項目としてアプリケーションに組み込んだ。各デモンストレーション用アプリケーションに関する代表的な調整項目を表1に示す。

これらの調整項目を調整することによって、臨場感や操作感は大きく変化する。そこで、各調整項目の値を細かく変えながらアプリケーションを繰り返し体感することによって、各調整項目の値を最適な値に設定した。

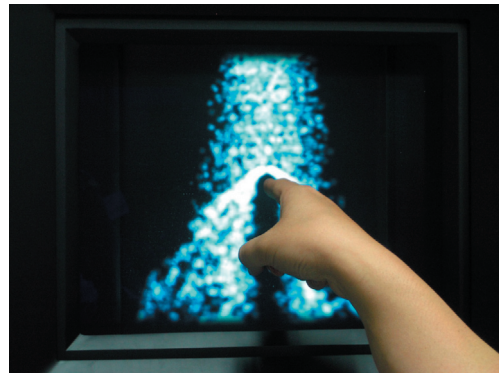


図9a 滝

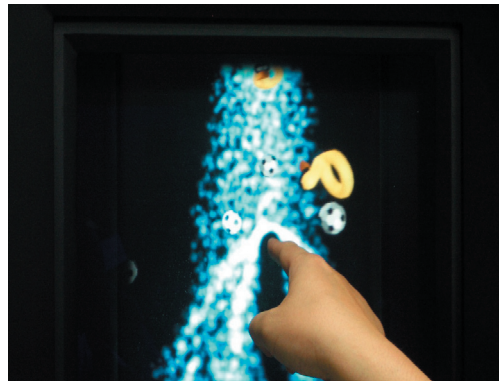


図9b 滝+物体



図9c コイン

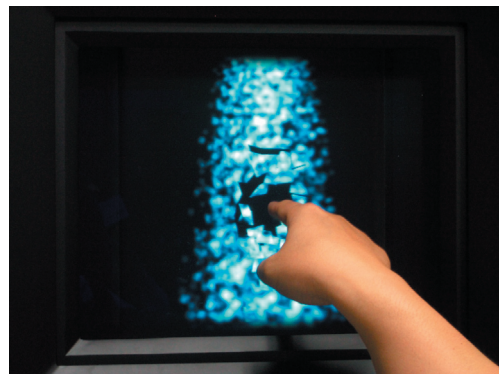


図9d 亀裂崩落

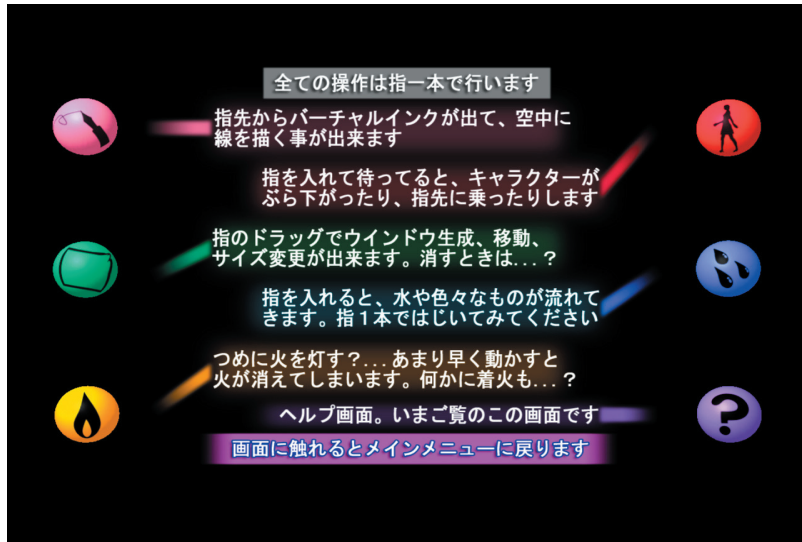


図 10 ヘルプ画面

表 1 代表的な調整項目

分類	設定項目
アプリケーションエリア	アプリケーションエリアの範囲設定
メニューエリア	メニューエリアの範囲設定 各デモ実行時のメニューエリア表示設定
初期画面	ボタンの色設定 ボタンの表示/非表示設定 ボタンの位置設定 ボタンのアイコン設定 ボタンのアプリ割り当て設定
空中お絵かき	指を抜いてから図形が落下までの時間 描き続けられる図形の最大数 描き続けた場合に、消え始める図形の表示数 図形の明滅設定 図形の回転設定 図形の色設定 図形の大きさ設定 デモが終了するまでの時間
空中ウインドウ	移動及びリサイズエリアの範囲設定 ウインドウの最小サイズ設定 ウインドウの最大サイズ設定 デモが終了するまでの時間
空中炎	炎の表示位置オフセット値設定 炎の長さ設定 煙が表示されるまでの時間 導火線が出現するまでの時間 導火線の終端まで炎が行ってから爆発までの時間 炎が消える速度 導火線に火をつけなかった場合にデモが終了するまでの時間
キャラクター	指につかまるが最初は失敗するエリア 指に必ずつかまることが出来るエリア 指に乗るエリア 振り落とされる速度 デモが終了するまでの時間
落ちもの	物体が滝と一緒に落ち始めるまでの時間 コインが落下を開始するまでの時間 コインの数が減り始める時間 コインの落下が終了するまでの時間 滝が凍った状態で何もなかった場合に崩壊を開始するまでの時間 滝が凍る/コインが落ちるの分岐を判定するための物体との衝突数 フリーズとコイン落下のシーケンス分岐の判定ヒット数

## 5. 展示会での様子

試作した「フローティングインターフェース」をさまざまな人々に体感してもらうために、2005年10月に幕張メッセにおいて開催された「CEATEC 2005」、2005年12月にパシフィコ横浜において開催された「立体 Expo」、および2006年2月にTEPIAプラザ（機械産業記念館）において開催された「最先端技術展 part II」の併催イベント「青山で遊ぼう！ロボット&VR」に展示した。図11に示すように、多くのお客様に体感していただき、さまざまな意見や反応を得ることができた。体感していただいた殆どの方が、空中に表示された映像を視認し、違和感なく自然に手を伸ばし、立体映像に触れて操作を楽しんでいた。このように大変好評で、「フローティングインターフェース」の手応えを充分に感じるとともに、今後の応用分野の可能性なども感じることができた。

また、立体映像システムは、容易に触れることや見ることができないものを表示、体感する分野や用途に非常に適しており<sup>(4)</sup>、今回その実用例として、島根

県産業技術センターと共同で、図12に示すような、科学館や博物館での用途をイメージしたシステムも展示した。これは、「シロイルカと遊ぼう」というアプリケーションで、水中を泳ぐシロイルカと指で戯れたり、芸をさせたりすることができる。



図12 「シロイルカと遊ぼう」



(a) 展示に多数のお客様が興味を示した



(b) 実際に操作するお客様

図11 展示会での様子 (CEATEC 2005)

## 6. まとめ

今までにない未来型の新感覚ユーザーインターフェースを目指し、立体映像ユーザーインターフェース「フローティングインターフェース」の開発を行った。今回の開発により、実物体（指）と空間に浮遊する映像とが特殊なメガネなしで、同一空間上で融合した感覚を得ることが可能となった。また、エンタテインメント性溢れるユーザーインターフェースとしての有用性、可能性を提示することができた。今後は、さらなる臨場感、操作感、使い勝手の向上を目指し、空間を使ったインターフェースとしての完成度を高めると共に、さまざまな分野への応用、展開を図っていきたい。

## 7. 謝辞

今回の開発にあたり、共同研究ならびに筐体製作に御協力頂きました島根県産業技術センターの関係各位へ深く感謝致します。

### 参考文献

- (1) 増田千尋：3次元ディスプレイ 産業図書 (1990) pp.7-10
- (2) 石川大：箱庭的臨場感の提案とめがね無し小型立体表示装置の開発 PIONEER R&D(2003 Vol.12 No.3 6)

- (3) 谷千束：高臨場感ディスプレイ 共立出版 (2001)  
pp.30-31
- (4) 尾上守夫, 池内克史, 羽倉弘之:3次元映像ハンドブック 朝倉書店 (2006) pp.331-334

### 筆者紹介

#### 石川 大 (いしかわ まさる)

技術開発本部 ホームシステム開発センター。光ディスクピックアップの開発, 映像表現技術 (インタラクティブ LD, CG 応用, 回転効果, Web3D) の開発を経て, 現在は小型立体の開発業務に従事

#### 采原 克美 (うねはら かつみ)

技術開発本部 ホームシステム開発センター。映像表現技術 (CG 応用) の開発, カーナビケーションのソフトウェア開発を経て, 現在は小型立体の開発業務に従事

#### 富澤 功 (とみさわ いさお)

技術開発本部 ホームシステム開発センター。投射型ディスプレイ, 光ディスクピックアップの開発を経て, 現在は小型立体の開発業務に従事