お風呂ディスプレイ:浴槽型没入映像体験システム

的場 やすし 高橋 陽一 徳井 太郎 小池 英樹*

概要. お風呂ディスプレイはお湯の中に白濁するタイプの入浴剤を入れ、白濁した水面をスクリーンとしてプロジェクタの映像を投影するシステムである。スクリーンの手前、スクリーン面上、及びスクリーンの裏側の空間をユーザの身体が自由に行き来することができる。深度カメラを使用して水面上に存在する身体を計測することで、従来のリジットな平面ではできない水特有のインタラクションを可能とした。また、身体を水面上に浮かべることでディスプレイと融合させることができ、従来では実現できなかった映像と身体が一体化したインタラクションが可能となった。

1 はじめに

一般的なディスプレイ装置はブラウン管や液晶パネルのような固体で構成されているため、その表面に触れることはできても、身体を映像の中に埋没させることはできない。従って、ユーザの身体とディスプレイに表示される操作対象の位置を完全に一致させることはできなかった(例えば、ゲーム映像の中のテニスラケットと、操作する実際の手は離れた位置にあった)。ディスプレイ表示面に身体が自由に貫入できれば、投影された映像に対して従来のGUIには無かった、ユーザと対象の一体感を伴う新しい操作スタイルが実現できると考え、浴槽の水面をインタフェースとして活用するシステムを試作した。

2 関連研究

細かい水滴である霧を空気の層状の流れに乗せた 平面をスクリーンとする「Fogscreen」[1] 等におい ても、身体が表示面を通過することが可能であるが、 映像をスクリーン平面上を常に動いている水滴に映 像を投影する仕組みのため、身体をスクリーンに重 ねると水滴の動きが妨げられ、表示画面が乱れてし まうという問題点がある.

3 システム構成

図1に本システムの全体像を示す。浴槽上方に手指認識用の深度カメラ(Microsoft Kinect),映像を投影するプロジェクタを設置し,演算処理用のPCに接続した。水面をスクリーンとして機能させるため,入浴剤により水を白濁させている。スクリーンとしての表示品質は白濁度が高いほど高くなるため,白濁成分を含む入浴剤「ビオレ u 家族みんなのすべすべバスミルク(花王)」を標準の10倍の濃度で使用した。白濁した水の表面は深度カメラからの

赤外線を反射するため水面の距離情報が得られ,背 景差分を利用して水面上の物体の認識を行っている.

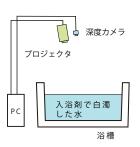


図 1. システム全体図

4 インタラクション

本研究では水面上において以下の6つの入力操作 を実現した.

- 1. 指による水面下からの入力操作
- 2. 水面での掌や前腕部を使う入力操作
- 3. 水面を両手ですくい取る動作による入力操作
- 4. 両手を同時に使う動作による入力操作
- 5. 水面上の物体の認識と映像投影
- 6. 流体シミュレーション映像の投影

水面下からの入力操作では複数の指によるマルチタッチに対応しており以下のような操作を実現した. 指一本を使い、オブジェクトを水面下から水面上に貫通させる操作は選択を意味し、そのまま指を水平に移動するとドラッグ. 短時間で指を沈めればクリックを意味する. 指を二本使い、オブジェクトを貫通させピンチ動作を行うとズーム操作を意味し、回転動作を行うとオブジェクトの回転を意味する. 指を三本以上使って、オブジェクトをつまみ、水面下に引きずり込む動作はオブジェクトの削除を意味する. また、掌や前腕部を水面に浮かべ動かすこと

Copyright is held by the author(s).

^{*} Yasushi Matoba, 電気通信大学大学院 情報システム学 研究科 情報メディアシステム学専攻

は、文脈に応じてスクロールやワイプ操作等を意味する。複数のオブジェクトの移動を行う場合は、通常の GUI 環境では、個々の対象を選択する操作を繰り返す必要があるが、本システムでは、広げた両腕を使って中央に水が集まる水流を作る動作によって、水面上のオブジェクトを包括的に中央に集積させることも可能である。さらに、両手の手の平で水ごとすくい上げ移動することで、オブジェクトもその中の水と共にすくわれたまま移動し(図2)、水を別の場所に落とすとオブジェクトもその位置に落下する(例えば、フォルダの上に落とせばそのフォンの上に落とすことでアプリケーションが起動する).



図 2. 両手ですくい取られた泳ぐ金魚の動画ファイル

両手を同時に使うアプリケーションの例として、映像と身体との一体化を実現するアプリケーションとしてバーチャルなパチンコ(ゴムを使用したY字型の投石器)を作製した.水面上に片手の人差し指と中指の2本を突き出すと2本の指に対してパチンコのY字部分の上部構造と、2本の指の間をつなぐゴムひもが水面に表示される.ゴムひもの中央には丸い石が表示され、この石にもう一方の手の指を水面下から貫通させると、石は指の位置と一致するようになり、指を手前に引くとゴムひもが伸びるとともに石が移動し、指を水面下に沈めるとパチンコから石が発射される。映像のパチンコと実体の身体の位置は完全に一致させることができる.

お風呂ディスプレイは比重が1以下の物体を浮かべることができ、浮かんだ物体の高さが約1cm以上あれば深度カメラで検出することができる。ディスプレイ上に投げ込まれ浮かんだ複数のピンポン玉を検出し、それぞれに目玉模様を投影するアプリケーションの例を図3(左)に示す。手で水流を作ることで、映像を追従させながらピンポン球を動かし続けることができる。

本システムでは、流体シミュレーションを利用することで映像が水流に沿って移動する表現を可能にした。流体シミュレーションの例を図3(右)に示す、水面に対し手や腕で水流を作る動作を行うことで、手の動きの認識により、発生する水流を計算し映像中のオブジェクトも実際の水の動きに合わせて(流されるように)現実世界の(水面に浮かんだ)物体

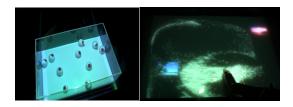


図 3. (左) 水面に浮かべた物体の認識と映像の投影. (右) 流体シミュレーション.

と同時に画面上を移動する.

この手法により、ディスプレイ上の複数のオブジェクトの選択と移動の両操作と同等の操作を、手で水面を払う動作を行い画面上にもバーチャルな流れを発生させることで同時に実現することができる。現実の物理法則に基づいてオブジェクトが移動するのでゲームなどに応用すれば操作の単純化と同時にリアリティを増す効果が期待できる。

5 考察

お風呂ディスプレイでは表示面の裏側からタッチ 操作ができるので指により表示面が隠れてしまうオ クルージョンの問題が発生しない。また、パチンコア プリケーションのように身体と映像が一体となる表 示は、まるで身体が拡張されたような感覚が得られ、 ゲーム用途への応用の可能性があると考えられる。

お風呂ディスプレイは従来のディスプレイとは異なり、スクリーンそのものが液体であり、流動性を持つ.このため流体シミュレーションの映像表現においては、リアルな感覚を与えることができる.流体シミュレーション映像の動きと、実際の水および水面に浮かんだ物体の動きを完全に一致させることは難しいが、ある程度の関連性が認められれば違和感が感じられないことが観察によりわかった.

6 今後の展望

水面から指を突き出すタッチ操作において、水面からの指の突き出し量や傾きもセンシングすることで、指の微妙な状態を反映させる GUI、アプリケーションが実現可能になると思われ、深度カメラとその他各種センサーを組み合わせることで実現したい.

また、浴槽の中に人工的な水流を発生させる装置を設置することで、水面上の物体の位置をコンピュータから制御することが可能となり、より複雑なインタラクションを実現できる可能性もある。

参考文献

[1] 八木 et al., 多視点観察可能なフォグディスプレイ, インタラクション 2011 論文集, 情報処理学会シンポジウム, vol.2011, No. 3, pp.315-318, 2011.