

# Witch's Cauldron:力覚インタフェースを利用した混ぜる VR アプリケーション

瀬崎 勇一 大内 農 櫻井 快勢 瀬井 大志 谷本 隼飛 溝口 敦士 宮田 一乗

北陸先端科学技術大学院大学

s0650036@jaist.ac.jp

## 1. はじめに

近年コンピュータによる物理シミュレーションの環境が整えられてきた。この環境は仮想世界を物理シミュレーションする事で、現実世界と物理的にシームレスに繋げる可能性を持つ。さらに、仮想空間と現実空間を力覚デバイスで結合する事で、さらなる空間の融合が図れる。

本報告では、操作デバイスとして杖にロータリーエンコーダとモータを接続した装置を用い、壺の攪拌動作時の、杖への衝撃を力覚として提示するデバイスを提案する。さらに、この装置を用い、物理シミュレーションによる破壊シーンを表現した VR アプリケーションについて述べる。

## 2. システムの概要

本システムは、1)仮想世界を映し出すスクリーン、2)スクリーンに映像を背面投影するプロジェクタ、3)体験者の動作の入力および力覚を提示する掻き混ぜインタフェース、4)インタフェースの制御を行う制御基盤、および、5)システム全体を制御する PC の 5 つの要素で構成する。

掻き混ぜインタフェースへの入力情報には、ロータリーエンコーダによるカウント情報を取得し、PC 側で杖の現在位置を算出する。モータの軸周りの力覚提示は、制御基盤を介したモータによる制動で行う。

制御用 PC では、AGEIA Technologies 製の物理エンジン”PhysX”[1]を利用し、攪拌される物体の物理シミュレーションを実時間で処理する。掻き混ぜインタフェースによる角度情報を元に、仮想世界の物体の挙動計算が行われ、杖に掛かる力を算出する。リアルタイムで挙動が計算され

た物体は、3DCG 映像としてプロジェクタからスクリーンに投影する。

投影スクリーンにハーフミラーを利用することで、プロジェクタによる光量に応じて映像が投影されたり、逆に鏡のように光を反射する状態を作り出せる。これにより、魔法の鏡の演出効果を狙った。

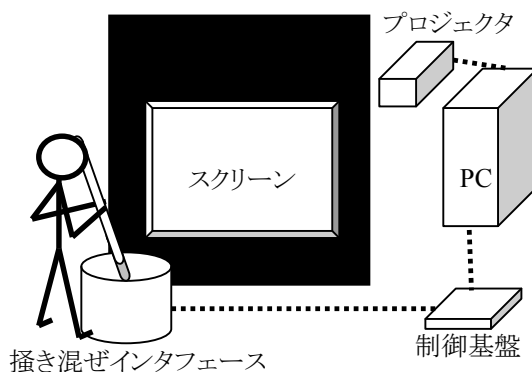


図1 システム概要

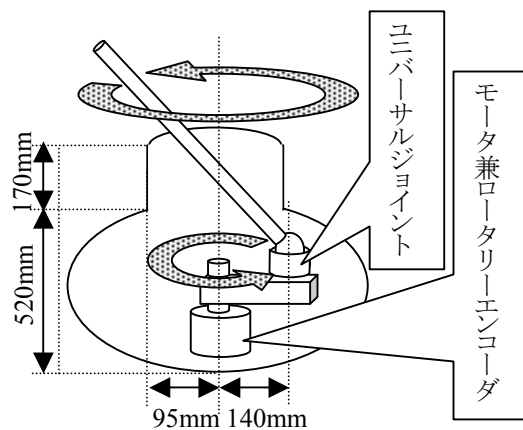


図2 内部機構

## 3. 掻き混ぜ動作の検出と力覚提示

壺を掻き混ぜる動作は、同一軌道を描くようなゴマすり動作ばかりでなく、軌道の径を狭めたり、上下に動かす等の動作が複雑に組み合わさっている動作である。したがって、複数のセンサによる3次元的位置情報の取得が必要となる。一方、既存の代表的な力覚デバイスとして

### Witch's Cauldron: A VR application for mixing using haptics interface

Yuichi Sezaki, Atsushi Oouchi, Kaisei Sakurai, Taishi Sei, Hayato Tanimoto, Atsushi Mizoguchi and Kazunori Miyata

Japan Advanced Institute of Science and Technology

<http://www.tsshtools.net/google/>

PHANTOM[2]や SPIDAR[3]が挙げられる。これらのデバイスは非常に複雑な機構を利用しており、強い荷重が生じた場合を想定しておらず、また比較的高価なシステムである。本システムでは、ユニバーサルジョイントを利用し掻き混ぜる動作の中で一番重要である回転の要素に絞り、図2で示すように動きを1軸で制限する事でデータを取り易くした。入力動作は、モータ兼ロータリーエンコーダ(ツカサ電工製: TG47C-SG-100-KBED)を用いて、杖を回したときの回転角度のデータを得る。

つづいて、検出した角度情報を用いて、仮想世界の杖を動かす、杖が他の物体と接触することで生じる力を剛体の物理シミュレーションで計算する。そして、求められた力を制動の力とし、モータの PWM 制御を行う。

#### 4. 制作した VR アプリケーション

制作した VR アプリケーションでは、体験者は杖で仮想世界を掻き混ぜる体験をする。体験シーンには、東京科学未来館、ピラミッドとスフィンクス、氷山、岐阜 VR テクノセンターの4シーンを用意した。これらの建物等を杖で掻き混ぜてバラバラに破壊し、破片が杖に当たる感触と物理シミュレーションされた破壊シーンの映像が図3のように楽しめる。



図3 VR アプリケーション

#### 5. 展示による評価

本アプリケーションを、2006年9月16,17日および同年11月10,11日に開催されたIVRC(国際学生対抗ヴァーチャリアリティコンテスト)において展示し、評価を行った。図4に展示の様子を示す。

体験後のアンケートでシステムの評価をした。その結果、おもしろさの点で高評価を得た。その理由としては、実際に壺を掻き混ぜるという操作の直感性の高さと、普段ゲー

ムをやらない人でも、大きな壺を掻き混ぜる全身運動を伴う遊びに楽しみを感じた点などが挙げられる。また、多くの体験者が体を思う存分に動かして疲れている様子を確認した。これは体験者が体を酷使した事を意味し極めて運動性の高いVRアプリケーションであると考ええる。

一方で、掻き混ぜる動作、すなわちデバイスの操作が難しいとの意見もあった。これは、ユニバーサルジョイント自体が回転してしまう状態が生じたため、回転力がスムーズにモータに伝わらないためであると考ええる。



図4 展示の様子

#### 6. まとめ

以上、杖の回転動作を検知し、体験者に物体衝突の力覚を提示するVRアプリケーションを提案し、かつ評価を行った。今後は問題点となった機構部分を改良しスムーズに回転動作を行えるように改良する。

#### 謝辞

本研究の一部は、IVRC 実行委員会の助成をいただいた。ここに謝意を表する。

#### 参考文献

- [1] AGEIA Technologies社, PhysX,  
<http://www.ageia.com/physx/index.html>
- [2] Thomas H. Massie and J. K. Salisbury, "The PHANTOM Haptic Interface: A Device for Probing Virtual Objects." Proc.ASME Dynamic Systems and Control Division, vol.55,pp.295-301, 1994.
- [3] M. Sato, Y. Hirata and H. Kawarada. "SPace Interface Device for Artificial Reality-SPIDAR," The Transactions of the Institute of Electronics, Information and Communication Engineers (D-II), J74-D-II, 7, pp.887-894, July, 1991.