

IVRC2009 出展企画案
「ダイラタノシー～Dila-Tanocy～」

2009年6月28日

目次

| | | |
|-----|-------------------|---|
| 1 | 目的 | 1 |
| 2 | ストーリー | 1 |
| 3 | 流体を利用した力覚提示 | 2 |
| 3.1 | ダイラタント効果 | 2 |
| 3.2 | ダイラタント流体の制御法 | 3 |
| 3.3 | ダイラタント流体とインタラクション | 4 |
| 4 | システム構成 | 4 |
| 5 | スケジュール | 5 |

1 目的

泥遊びは子供心をくすぐる。泥を触ったり集めて様々な形を形成したりとその遊び方は多岐にわたるが、多くの人が幼少期に経験したことがあるだろう。一方で水中の生物に手で触れる機会は稀であるが、水中の動くモノに触れることはドキドキやワクワク感を生じるであろう。どちらの現象も、触力覚がある種の感情を引き起こすことを示している。特に水中の動くモノを捕まえて手にとってみることや、それらが手の中をすり抜けたりすることは非日常的で想像力を駆り立てる。本企画ではこの液体中に存在するモノの存在をプレイヤーの操作に応じて視覚・力覚的に知覚させる。つまり巧みに変化する物体との触れ合いを泥遊びの要素と融合させたシステムを提案する。その実現手段としてダイラタント流体という特殊な流体を用いて、その特徴的な性質に基づいた制御を加えることで、水中に存在する物体とのインタラクションを可能にし、プレイヤーにワクワク感を体験させることを目的とする。

2 ストーリー

我々は、不思議な場所や謎の生物の調査を生業とする丸々探検団。日々、様々な調査を行っている。そんなある日、とある島のジャングルに住むという妖精の調査依頼が舞い込んだ。その妖精は、噂によると、普通に触ることは不可能であるが、特殊な装置(手袋)をはめることで、水中にいたときに限り、触ることが可能になるそうだ。我々は早速現地に調査に向かった…

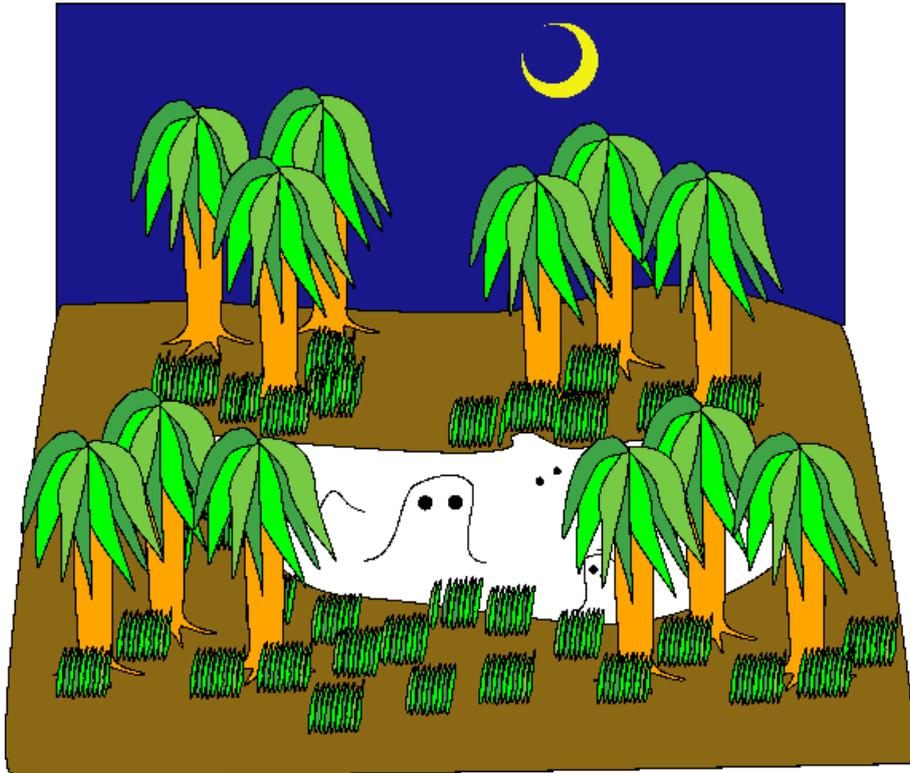


図 1: 世界観

プレイヤーは、丸々探検団の一員になり、謎の妖精(?)の生態調査をする。妖精はフィールド(ブース)内の水中の至る所に複数存在し、自由に動き回る。プレイヤーは特殊な手袋をはめることで、水中の妖精の存在を手で感じることができる。

プレイヤーは妖精が水中で動いているときに起こる波紋を触ることで、妖精の存在を知覚することができる。水中の妖精は自由に動いており、プレイヤーは水中を動き回る妖精を直接手で触り、捕まえることもできる。また、妖精はプレイヤーの手から逃げることもあり、妖精が手をすり抜けて逃げる感触も手で感じることができる。捕まえた妖精を水上に持ち上げることもできるが、妖精は水上では触ることができないため、手の中の妖精の感触は徐々に消えていく。また、視覚的にも、上記の操作に応じた振る舞いとして、捕まったときのもがく動作や、陸上に持ち上げられたときの溶ける、または分裂するといった動作を表現する。視覚と触力覚を併用することで、プレイヤーは直感的に妖精と遊ぶことができる。

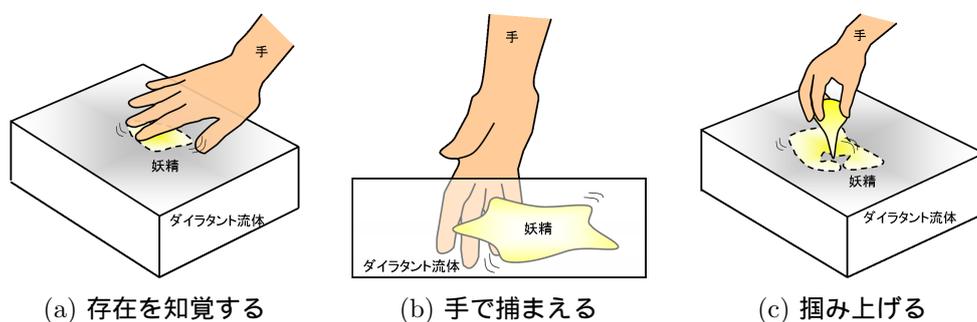


図 2: プレーヤーの操作

3 流体を利用した力覚提示

本章ではシステムを実現するための核となるダイラタント流体を用いた力覚提示の方法を述べる。まず、ダイラタント流体の特徴を説明した上で次に制御方法を提案し、最後にそれらの制御により可能となるインタラクションについて述べる。

3.1 ダイラタント効果



図 3: ダイラタント流体

ダイラタント流体とは、加えられたせん断力に応じてその粘性を変化させる物質である。この効果をダイラタント効果と呼ぶ。ダイラタント効果は密に集積した粒子と粒子間の間隙を満たす液体

によって引き起こされる。粒子間隙を満たす水の量が流体の粘性を変化させるため、低速では流体、高速では固体のように振舞う。ダイラタント流体は水と片栗粉を等量から 1:2 の割合で混合することで容易に生成することができる。

ダイラタント流体はその特徴的な振る舞いから、人に不思議な感覚を与える。図 3 に示すように、固体のように手で握ることができる一方で、力を解くと手の中に液体が広がる。ダイラタント流体の特徴を以下に挙げる。

- 振動を加えることで一部が硬化する
- 高速でたたくと表面が固体のように感じられるが、低速の場合は触れた物体が液体に埋もれる
- 表面を高速になでることで、固体の表面をなぞっているかのような感覚が得られる
- 砂のように手でかき集めることができるが、放っておくと液体のように広がる
- 手で強く握ると水分のみが溢れ、硬化する

3.2 ダイラタント流体の制御法

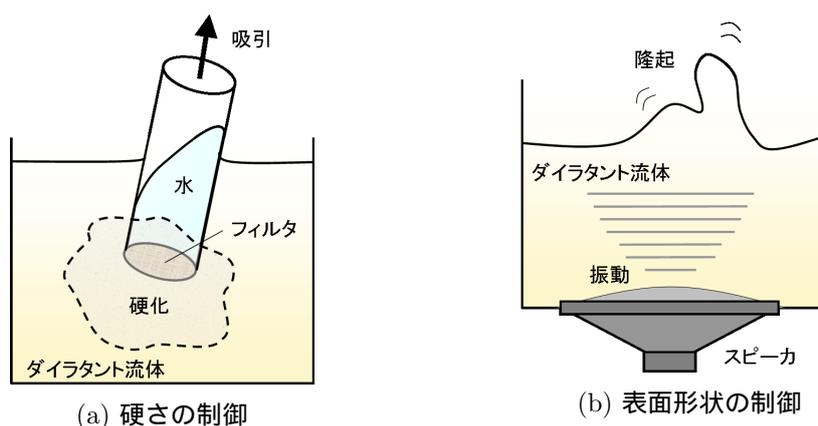


図 4: 制御方式

ダイラタント流体の特徴から図 4(a) に示すダイラタント流体の硬さの制御方法を提案する。フィルタを利用して、ダイラタント流体から水のみを吸引することで、その周囲の粒子密度が高まり、硬化が起こる。さらに、水を吸引する力が増すと水の吸収量が増加し、ダイラタント流体の粘性が高くなる。つまり、水分の吸引機構によりダイラタント流体の硬さを制御することができる。この効果は先端に布のフィルタを貼ったストローでダイラタント流体を吸引することで発見した。独立に駆動する吸引機構をユーザの 5 本の指先にそれぞれ取り付け、提示対象物体の存在する位置で駆動することで指周囲の流体の硬さを変化させ、物体の存在を液体中の任意の場所で知覚させることができる。さらに、吸引力を制御することで対象物の硬さを変化させることが可能であると考えられる。実際のシステムでは、吸引のほかに水分を加える機構を取り付け、硬い状態と柔らかい状態を切り替えることで力覚提示を実現する。

また、図 4(b) に示すように、振動を加えることで表面が隆起することが知られており、与える振動数によってその形状は変化する。力覚の提示に加え、液体中に物体が存在していることを知覚させるために、振動制御による表面形状の制御を行う。これらの二つの原理を核とし、4 章で説明するシステム構成を提案する。

3.3 ダイラタント流体とインタラクション

既に述べたように、ダイラタント流体は様々な特徴を有しており、それ自体興味深い。しかし、ダイラタント流体が本来持つ性質そのものをシステムの一部として直接プレーヤーに提示し、様々なインタラクションを実現してもダイラタント流体という素材の面白さを楽しんでいるに過ぎない。従ってダイラタント効果が小さくなるよう、ダイラタント流体を多量の水を用いて調合し、本企画で提案するデバイスおよびシステムを用いることで初めて多種のインタラクションを実現する。本企画で提案する制御機構により可能となるインタラクションを以下に示す。

- 硬さの制御による物体の存在の提示
- 硬化した部分のみを液体中から持ち上げる
- 持ち上げた物体が溶けてなくなる
- 手の中をすり抜ける感覚を生成する

これらの実現可能なインタラクションにより、物体の存在を知覚させる。システムにはダイラタント効果が小さい流体を用いるため、接触速度と表面の硬さの性質については本企画では扱わない。

4 システム構成

本企画で提案する VR システムは、ダイラタント流体に機械的な制御を加えることでプレーヤーに力覚を提示するとともに、流体表面に映像をプロジェクションすることで、仮想的に物体の存在を知覚させるものである。プレーヤーは吸引および給水機構が取り付けられたグローブを装着し、自由にダイラタント流体を触る。プレーヤーは表面形状の変化から物体の存在を知覚したり、液体中を手で探ったり、硬化した部分をひきちぎって手に取ることができる。プレーヤーの操作に応じて、視覚効果や力覚効果を制御し、2章で述べた物体の振る舞いを実現する。ダイラタント流体の制御法については3章で述べたが、本章ではこれらの制御法を用いたシステムの全体像を説明する。

本システムの構成を図5に示す。入力ユーザの手の3次元位置情報、出力は物体との相互作用に基づいたダイラタント流体の制御による力覚及び視覚効果である。システムの機能とその実現方法を以下に示す。

位置計測

各指に取り付けられたマーカーと二つのカメラを用いたステレオ画像法による計測

レンダリング

位置情報に基づいた対象物の振る舞いおよび力覚の計算

視覚効果

アレイ状に並べられたスピーカの振動パターンによる表面形状の制御およびプロジェクタを用いた映像投影

力覚の提示

接触判定に基づいたポンプによる各指の吸引圧制御

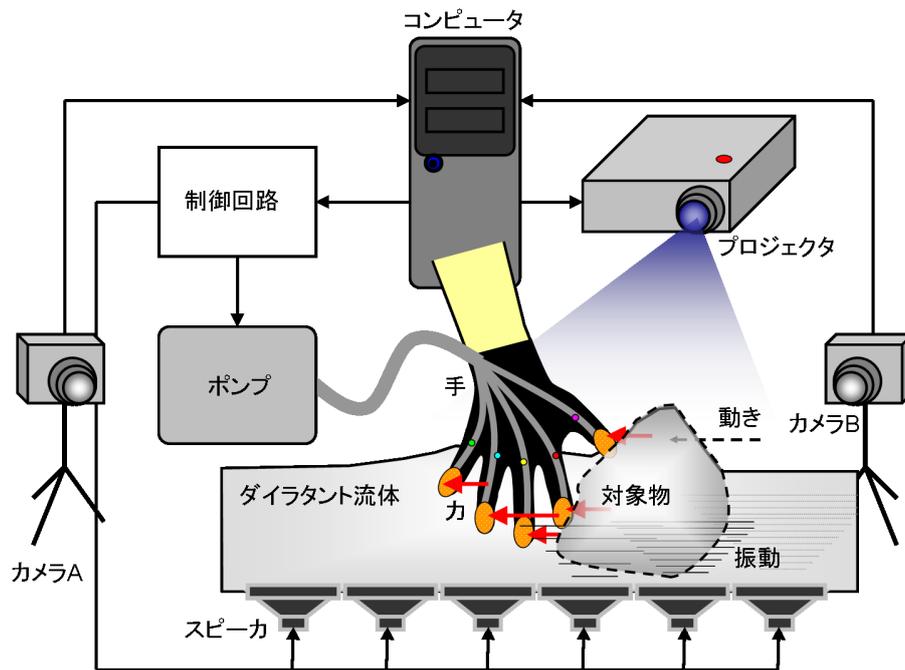


図 5: システム構成

5 スケジュール

<デバイス(グローブ)担当(2名)>

| | |
|------|-----------|
| 7月上旬 | グローブの機構決定 |
| 7月下旬 | 試作品作成 |
| 8月 | グローブ作成 |
| 9月 | 統合作業 |

<プログラム担当(1名)>

| | |
|------|------------|
| 7月上旬 | ステレオ撮影法の決定 |
| 7月下旬 | ステレオ撮影の実装 |
| 8月 | コンテンツ作成 |
| 9月 | 統合作業 |

<全体統括担当(1名)>

| | |
|------|------------------------------|
| 7月上旬 | プレゼンテーション審査への準備と全体のデータフローの決定 |
| 7月下旬 | グローブ以外のデバイスの設計と作成 |
| 8月 | 全体のインターフェースの調整 |
| 9月 | 統合作業 |