

# 変位情報を用いた新たなインタラクション手法の提案～VRアプリケーションへの応用例～

藪 博史 鎌田 洋輔 高橋 誠史 河原塚 有希彦 宮田 一乗

北陸先端科学技術大学院大学 知識科学研究科

## 1. はじめに

本報告では、変位情報を用いた新たなインタラクション手法を提案し、その応用事例として紙相撲をテーマとした VR アプリケーションを紹介する。

紙相撲は広く親しまれたゲームであり、指で台を叩くだけで遊ぶことができる簡単な遊びである。その一番の面白みは、指で叩くアナログな行為によって生じる、予測の困難なカオテックかつ突発的な紙力士の独特の動きにあると考える。我々はこのインタラクションを、水中での紙相撲として表現した、入力情報には変位情報のみを用いることとし、力の伝わりを視覚的にも表現することを試みた。

## 2. システム構成

本システムは、図1に示すような4つのモジュールから構成される。各構成要素は以下のとおりである。(1) 水上に浮かぶスクリーンに映像を投影するプロジェクタ、(2) プレイヤが押下し波を起こすためのウェーブジェネレータキューブ(発泡スチロール製、以下、WGCと略す。)を3個2対配置したアクリル製の水槽、(3) スクリーン4隅および、6個のWGCの下部に配置された、距離を測定するセンサ群、(4) A/D変換ボードを介して(3)からのデータを取得し、システム全体を制御するためのPC1台。

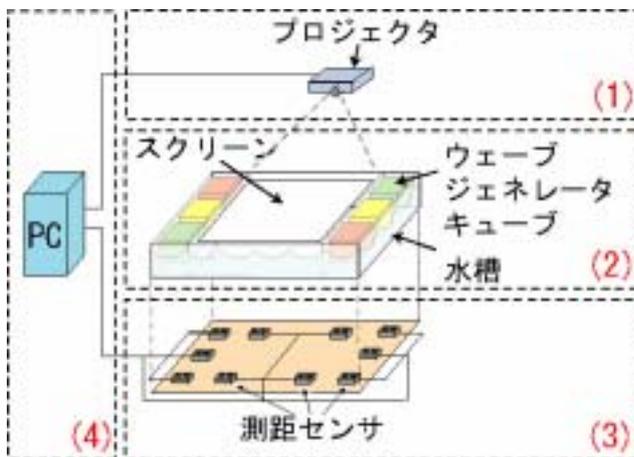


図1: システム構成図

システム内での処理の流れを以下に示す。

- (P1) 測距センサにより、6個のWGCおよび、スクリーンの4隅の水槽底面からの距離を測定する。
- (P2) 測定結果から、WGCの押下の速度とスクリーンの傾きを算出する。
- (P3) P2の情報を基に、紙力士への影響を計算する。
- (P4) 紙力士同士の干渉、および応力を計算。同時に、勝敗の判定を行う。
- (P5) 紙力士の動作映像を生成し、プロジェクタを介してスクリーンに投影する。

## 3. 実装方法

### 3.1 変位情報の取得法

変位情報の取得には、図2に示す測距センサ(SHARP製、パーツ番号:GP2D120)を用いた。測距センサは、水槽底面を隔てて上向きに設置され、WGCやスクリーンまでの距離を測定する。ここで、WGCの距離の変化量やスクリーンの揺れの算出にあたり、図3に示すような、センサから取得したデータを距離のデータに変換するための変換グラフを求め[2]。



図2: 測距センサ

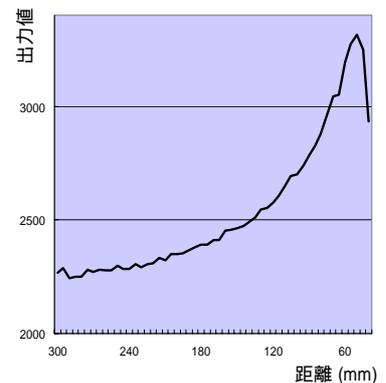


図3: センサの出力値と距離の関係

(センサと反射物との距離が近づくにつれて、出力値は増加する)

以上述べた手法で、リアルタイムで変位情報を取得し、WGCに対しては押下の速度を、スクリーンに対しては傾きを算出する。

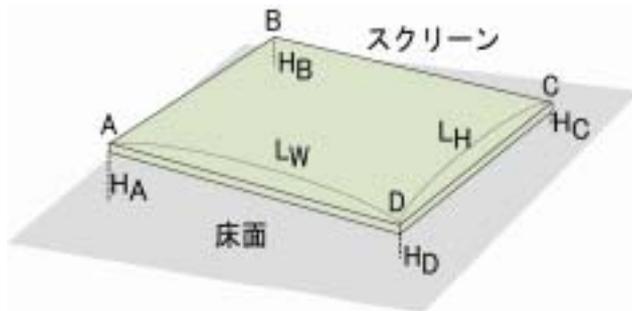


図4: スクリーンの傾きの算出

図4に示すように、スクリーンの傾きの算出は、あらかじめ測定したスクリーンの縦横の長さ( $L_w$ ,  $L_h$ )と、4隅の床面からの距離情報( $H_A$ ,  $H_B$ ,  $H_C$ ,  $H_D$ )を用いて行う。これよりスクリーンの法線ベクトルを求め、法線ベクトルの変化量をサンプリングの時間間隔で割ることによって法線ベクトルの速度を求める。

### 3.2 紙力士への力の作用

紙力士へ及ぼす力は、以下の2力を与えるものとする。

- (1) WGC からの作用力: 求めた3つの WGC の速度の内、最も高かったものを求め、その WGC から自分の紙力士に向かって速度に応じた力を与える[2]。
- (2) 土俵からの作用力: スクリーンの法線ベクトルの速度を用い、2体の紙力士に法線ベクトルの速度に応じた力を与える。

### 3.3 紙力士の干渉

紙力士の干渉チェックは、2段階の精度で行う。まず、精度の粗い判定法として、境界球を用いた干渉チェックを行う。境界球をそれぞれの紙力士に割り当て、それぞれの球が重なり合った時点で干渉の可能性があるとして判断し、精度を上げた2段階目の干渉チェックを行う[1]。

2段階目の干渉チェックでは、紙力士を構成する各三角形メッシュレベルでの干渉チェックを、総当りで行う[1]。

### 3.4 映像生成と表示法

図5で示すように、紙相撲の映像は、DirectX Graphics を用いてリアルタイムで描画し、水槽の斜め上からスクリーンに投影させた。特殊効果として、バンプマッピングを用いて水中での揺れを演出し、WGC からの作用力をトーラスプリミティブを用いた波紋で表現した。

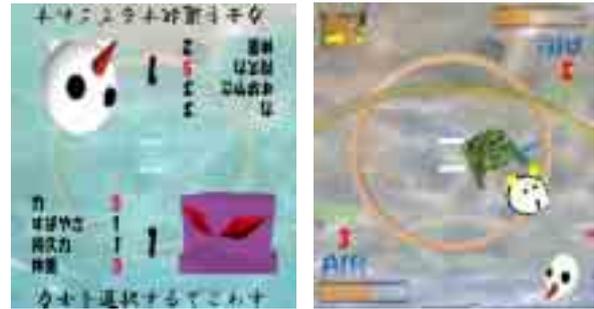


図5: 出力される映像

## 4. 実験結果

IVRC(国際バーチャルリアリティコンテスト)の大会において100人以上に体験してもらい、総合評価で3位という高評価を得た。大会での体験の様子を図6に示す。

実験に用いた PC は、DELL 製 DimensionXPS (Pentium4 3GHz, 1Gメモリ)で、グラフィックスカードとして、GeFORCE 6800 Ultra (256MB)を用いた。



図6: 体験の様子

実験において、体験者からは「波で操作できるのが良い」や「水中で紙相撲の発想が面白い」などのコメントを頂き、新たなインタラクション手法を用いた紙相撲を楽しんでもらうことができた。また本システムは2日間で約10時間の遊びに耐えることができ、耐久性も認めることができた。

## 謝辞

本システムの一部は、IVRC 実行委員会(日本バーチャルリアリティ学会)の助成により実現した。

## 参考文献

- [1] R.Parent, "Computer Animation: Algorithms and Techniques," Morgan Kaufmann Pub, 2001
- [2] E. Lengyel, "Mathematics for 3D Game Programming and Computer Graphics," Charles River Media, 2003