

# 硬軟感覚を提示できるアクティブ砂場「Magnet Sand play」の開発

串山久美子<sup>†</sup>

笹田晋司<sup>‡</sup>

## Development of a visuo-tactile sand play for soft and hard sensation

KUMIKO KUSHIYAMA<sup>†</sup>

SHINJI SASADA<sup>‡</sup>

### 1. はじめに

本研究は、障害者と健常者が同じ場で同じ楽しみを体験できる遊びの場として、インタラクティブな触覚のインタラクションのある砂場の開発をした。砂遊びは、砂を触るシンプルな遊びであるがゆえに、造形的な想像力をかきたて、砂を触る触感の楽しみや癒しがある。その原始的な遊びと、インタラクション技術を結びつけユニバーサルな新しい遊びを提供する。



図 1 「Magnet Sand Play」

「Magnet Sand play」は、スクリーンそのものの硬さが変化する独自に制作した電磁石による硬軟ディスプレイを使用した新たな触覚を提供するインタラクティブアート作品である。(図 1) ディスプレイに注目した視触覚インタフェースの研究として、東京大学 館らの「GelForce」2004、「Khronos Projector」2005 などの先行研究があるが、力触覚のインタラクションを付

加したのではない。触覚のインタラクションを可能にした技術的な研究として筑波大岩田らの「FELEX」がある。表現として先行作品として、砂を使用したインタラクティブなアート作品では Jean-Pierre HEBERT らの「Sisyphus and Ulysses」(1999) [1] は、砂の上を動く鉄のボールが、美しい砂の軌跡を描く作品がある。また、MIT の「SandScape」 「Illuminating Clay」は、粘土素材を使用したタンジブルユーザーインタフェースであるが、素材そのものを触れて感触を楽しむ作品ではない。電磁石による制御による例として、ATR の安田らの「Sumi-Nagashi」 [2] は、墨流しの表現と触覚のインタラクションが一致した好例である。児玉幸子+竹野美奈子の「突き出す、流れ」(2001) [3] は磁性流体を使用した音声に反応して形状を変化させる作品であるが、共に素材そのものを直接触ることができない。

本研究は、柔らかさの表現に小粒スチールボールを電磁石によって制御し、素材そのものを手で触れることで感触の硬軟の変化を直接感じることができるスクリーンを独自に制作したことが触覚ディスプレイとしても、アート表現としても新しい点である。実際の触覚に連動した映像表現の試みが開発の目的である。

### 2. システム構成

2008 年の試作に続き [4]、前回からの改善点として、磁気の強さや遊び方の検討を新たに加えた。

ディスプレイ裏面に電磁石を接触させとその上部に直径 1.2mm の錫鍍金のつや消しスチールボールを深さ 3cm に敷き詰めた深さのあるディスプレイを 2008 年に制作した。敷き詰められた電磁石に直流電流を流すことにより、磁場が生じる。スチールボールが磁場の

<sup>†</sup> 首都大学東京 システムデザイン学部

Tokyo Metropolitan University

<sup>‡</sup> 日本電子専門学校

Japan Electronics Collage

強さに応じてインタラクティブにスクリーンそのものを硬くしたり、やわらかくしたりする。(図2)

また、タッチパネルにより、スクリーンに触れた位置、時間を検出し、それに合わせてインタラクティブに画像及びディスプレイの柔らかさが変化する。(図3)



図2 システム構成図

今回は、よりアクティブな砂場の提案のために新たに電磁石によるディスプレイの構造を生かし、電磁石に反応するオブジェの開発をした。電磁石上を通過すると光を発したり、奇妙な動きをする球など加え、遊び方の応用を発展させた。

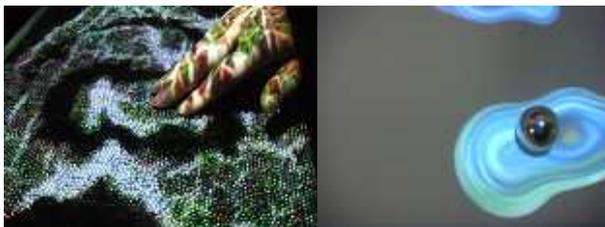


図3 アクティブオブジェ部分

### 3. 画像生成

画像生成部では、イベント部から送信された情報を基にC言語、ライブラリはOpenGLを使用して3次元でのリアルタイムの画像生成をおこなった。電磁上に散りばめられた小さな鉄球によって創り出される触覚の感覚に連動した映像を提供している。磁気によって引き寄せられるような粘り気のある映像は、バネのシミュレーションを基礎にしたアルゴリズムを独自に開発した。

オブジェクトの形状はランダム性を持たせるために、格子状のメッシュを三角形に分割し、乱数で頂点を動かしている。アニメーションは、 $F=ma$  の運動方程式から張力を計算し、それぞれのポリゴン頂点にこの張力の値を代入することにより、ポリゴン頂点を移動させている。アニメーションごとに頂点同士を結ぶ辺の

長さを計算し、初期値の任意の倍数で張力の計算から外し、結合を断っている。(図4)

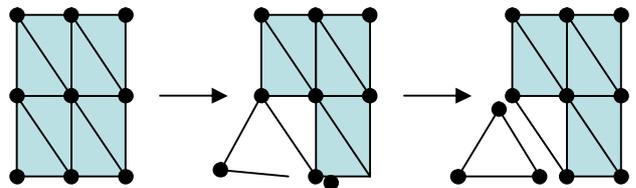


図4 オブジェクトの形状モデル

伸び縮みは、一箇所でも引っ張られると、他の点もつられて動く。また減衰率を加えることにより、時間が経つにつれ伸びが元に戻る減衰振動を可能とした。テクスチャーは、アルファ合成により各三角ポリゴンに2つの画像を重ね合わせて、立体感を表現している。(図5)

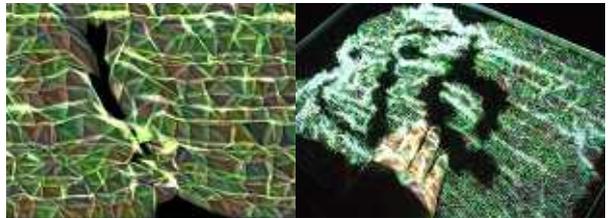


図5 CG生成画像

### 4. まとめ

本制作は、日常生活における新たな触覚コミュニケーション表現をするために、触覚提示のための技術を開発した。創作した作品がさまざまな分野で刺激しあい、新しい創造の場を提供することを期待している。

**謝辞** 科学技術振興機構戦略研究推進事業さきがけ研究の協力により研究された。

### 参考文献

- 1) Jean-Pierre Hebert, Bruce Shapiro, Denny Bollay, David Bothman, Scott Masch : Sisyphus and Ulysses: Art Gallery, SIGGRAPH1999
- 2) S.Yoshida, M.Kakita, H.Noma, N.Tetsutani, J.Kurumisawa Sumi-Nagashi] ACM SIGGRAPH2003 Emerging Technologies
- 3) Sachiko Kodama: Protrude, FLOW: P.138: Art Gallery, SIGGRAPH2001
- 4) K.Kushiyama, S.SASADA, 「Magnetoshere」 ACM SIGGRAPH 2007 Poster