

# 公園遊具におけるひずみ計測を用いた デジタルコンテンツの基礎検討

苗村健 原島博

情報理工学系研究科電子情報学専攻

## 概要

近年、屋内外公共空間におけるアートとデジタル技術とを結びつけたデジタルパブリックアートという考え方が提唱されている。屋外の公共空間にインタラクティブなシステムを構築する際には、太陽光の影響など屋外特有の外乱の影響を受けないことが好ましい。著者らは、物体の変形量「ひずみ」を計測し、インタフェースに利用する技術である Strino を用いて屋外の公園遊具を既存の空間を壊すことなくインタラクティブメディアにすることを試みた。

## 1 はじめに

公共空間において不特定多数の人の目に触れるパブリックアートとデジタル技術とを結びつけるデジタルパブリックアートが提唱されている[1]。デジタルパブリックアートを実際に屋内外公共空間へと配置しインタラクティブ性を付加する場合、不特定多数の鑑賞者を相手にすること、外光の影響などの環境の影響があることなど、屋内の限られた空間内とは異なる条件のもとで動作させなければならない。また、既存の公共空間を壊さないことも重要な要件となる。

著者らは、屋内外公共空間におけるインタラクティブメディア創造のための基盤技術について研究している。特に、我々の生活している環境の中に存在しているさまざまな物体や道具を、その特性や素材感、触感を活かしたままセンシングする技術、Strino: STRain-based user Interface with tactile of elastic Natural Objects について研究している[8]。これは、物体に力が加わったと

きに発生する「ひずみ」という変形量を計測することで、物体をインタフェースとして利用するという技術である。この技術を利用して、身の回りにあるさまざまなものをインタラクティブメディアとして利用することができる。この技術を屋内外公共空間に適用し、デジタルパブリックアートの実現に寄与することを考える。

本稿では、屋外公共空間の場として、公園遊具に着目した。公園内の遊具は、構造も機能もシンプルなものが多い。このような公園遊具に映像や音などのデジタルメディア技術を付加することで、揺れに合わせて音が鳴る植物、映像や音のフィードバックを持つ鉄棒などを実現し、音や映像表現の少ない公園をインタラクティブパークとして拡張することができる。

## 2 関連研究

インタラクティブメディアとして、公園遊具をモチーフにしたメディアアートやVR作品はしばしば見られる。港らによる記憶の庭[2]は、広い室内空間において音楽、照明等を組み合わせた複合メディア・インスタレーションである。八谷によるオーヴァーザレインボウ[3]は、7台の連結された高さ5mのブランコが、それぞれの回転角に応じた色を出し、7台のブランコの状態によって虹模様を描くことができる。田崎らのVRanko[4]は、ブランコの台座に乗り、足で地面をけることで台座が上下し、また前面に投影されたプロジェ

クタ映像が前後するという VR 作品である。これらは遊具を扱ったインタラクティブなメディアアート作品として先駆的なものであるが、屋内で大掛かりな装置を必要とするため、実際の屋外公園で実現するには至っていない。

鈴木による遊具の透視法[5]は、昼間グローブジャングルで遊ぶ子供たちを撮影し、夜その映像を回転させたグローブジャングルに投影するという、屋外公園を対象としたメディアアート作品である。これは屋外公園のメディア化を実現している点で優れているが、ユーザの動作に対するインタラクティブな実装はなされていない。

屋外でインタラクティブメディアを実現する場合、光、温度、湿度などの条件がセンシングを妨げる原因となる。アンダーソンらの Walk[5]は、日本庭園を舞台にしたメディアアート作品である。屋外で利用する際に太陽光が影響を与えるという問題に対し、機器の形状改良や赤外光の周波数の選択的受光が可能なデバイスを開発することで対処した。

自然物のセンシングに関しては、Sommerer らの Interactive Plant Growing[6]がある。これは電位差を利用することで、人が植物に触れることにより CG の植物を成長させるというものである。

著者らはこれまでに、物体の変形量を計測することで、自然物や公園遊具をセンシングする技術 Strino について研究してきた[8][9]。Strino は物体の変形そのものをインタフェースに利用する技術であるため、屋外においても太陽光の影響を受けない。また、対象とすることができる素材が幅広いため、植物などの自然物も素材感を残したままセンシングを行うことができる。

### 3 Strino: STRain-based user Interface with tactile of elastic Natural Object

Strino は、ひずみ計測をもとに、物体の素材感

や触感を失うことなくインタフェースとして利用する技術である[8][9]。物体に外力が加わったときに生じる物体の変形（ひずみ）を計測し、その境界条件に基づく物体の荷重分布を計算し、インタフェースとして利用するというものである。Strino では、タッチ部分にセンサを取り付ける必要はなく、弾塑性物体であれば境界に取り付けることでタッチ部のセンシングができる。また使用するひずみセンサも、

- 取り付けることのできる素材が幅広い
- 取り付けが比較的容易
- マイクロメートルのオーダーで計測が可能

といった特長があり、センサの存在を感じさせないセンシング、自然物のセンシング、既存のものや素材感を活かしたセンシングなどが可能となる。

デジタルパブリックアートの実現に向け、著者らは屋外公共空間として公園空間に着目した。

公園には一般に樹木などの自然物や、鉄棒やブランコなどの公園遊具がある。本研究では、自然物のセンシング、既存のものや素材感を活かしたセンシングが可能という Strino の特長を踏まえた上で、公園にデジタルコンテンツを実装することを考える。

## 4 Strino Plant Instrument

公園にある自然物を代表して、観葉植物に Strino 技術を適用し、インタラクティブ性を持たせることを考えた。その試みの一つとして、植物が風や人の手などの外力を受けて揺れる様子を音へ変換する Strino Plant Instrument を実装した(図 1)。

植物の揺れを検出するためのひずみゲージは、茎の根元に貼付することで、鑑賞者にセンサの存在を感じさせなくすることができる。このようにして取得したひずみの値をデジタルデータとし

て PC に取り込み、その値に合わせてスピーカから音を出力する。



図 1 Strino Plant Instrument

Strino Plant Instrument では、出力する音の大きさを植物の揺れの大きさに対応させた。ここで、揺れの大きさをひずみ値の振幅として捉えようと、外力が加わった瞬間と音が鳴る瞬間との間に時間差が生じてしまう。そこで、ひずみの値がある閾値を超えるときの速度、つまり閾値を超える直前と直後に取得した値の差分を植物の揺れの大きさとして処理を行った。これにより、単にひずみ値が閾値を超えた時点で均一の音量で音を鳴らすことに比べ、音表現の自然さが向上した。

音の表現方法に関しては、一枚一枚の葉にそれぞれ高さの異なる音を割り当てることにした。これにより、一枚一枚の葉をピアノの各鍵盤に見立てることができる。ここで、葉に割り当てる音の数に関しては、多すぎると雑然とし、「ドミソド」のような単純な三和音では表現力に乏しい。そのため今回は、音の数もそれほど多くなく、表現力の幅もある「ドミファソシド」の音階を割り当てることとした。音表現の問題については今後も改良と理論的検討を続けていく予定である。

## 5 Strino Playing Bar

次に、公園遊具を代表して鉄棒を取り上げ、ユーザの動きに合わせて映像や音に変化するイン

タラクティブ公園遊具 Strino Playing Bar を実装した。概観は図 2 のようになる。実際に公園で利用できる鉄棒とは異なり、加重に対する「しなり」は大きい。公園における鉄棒でも、本稿で紹介する鉄棒でも同様のひずみセンシングが可能であることをすでに確認している [9]。

さて、実際に鉄棒にインタラクティブ性を付加するにあたり、

- ① ユーザの重み
- ② ユーザの水平方向位置
- ③ 回転に伴う加重方向の変化

を、映像と音でフィードバックさせることにした。映像表現も音情報も、体験者の入力をギャラリーが視覚的に見ることができる。これらの情報を出力として用いることで、体験者自身がその場を構築する参加型パブリックアートを作ることができる。

具体的な実装について以下に述べる。映像は、写真を円形に切り抜いたものを、ユーザの重さに応じた大きさで提示する。音に関しては、入力に応じた周波数と振幅を持つ音を提示する。ひずみゲージに対して入力されるデータから、今回はユーザの重さ、乗った位置、力の加わる方向を計算してインタラクティブ性を持たせることにした。入力と出力の関係を表 1 に示す。

表 1 に示した入出力関係は、今回の実装を示したものに過ぎない。これから、インタラクティブメディアを構築する基盤技術として、表に示した以外にも多くの入力、出力を考えていく必要はある。

表 1 Strino Playing Bar 入出力対応

	映像	音
力の大きさ	円の大きさ	大きさ (振幅)
加重位置	投影位置	—
加重方向	—	高さ (周波数)



図 2 Strino Playing Bar 概観

今回実装した Strino Playing Bar を小学生に実際に体験してもらった。図 3 がそのときの様子である。映像と音を伴った普段とは違う鉄棒の前に、先を争うように鉄棒で遊ぶ子供たちの様子が見られた。そこでは、鉄棒が得意な子どもも、そうでない子供も自分の運動に対して反応を返してくれるインタラクティブな鉄棒を楽しんでいた。実際に鉄棒で遊んでいる子供だけでなく、周りで鑑賞している人らも、子供の運動と映像や音の変化の共演を楽しむ様子が見られた。

一般には静的な遊具と受け取られている鉄棒とのインタラクションは、子供たちだけでなく我々にも意外さを喚起させるものである。そのことは、体験者自身の感覚だけではなく、その場にいる鑑賞者たちにも共有されることになる。その結果、人—モノ間のインタラクションだけではなく、場にいる全員を楽しませるものであることが確認された。

## 6 まとめと今後の展望

今後の展望としては、カメラなどを含めた他の複数のセンサを組み合わせることで、より詳細なパラメータを取得・解析することが挙げられる。これにより、体操競技等において、選手の動きを細かく分析することができる。

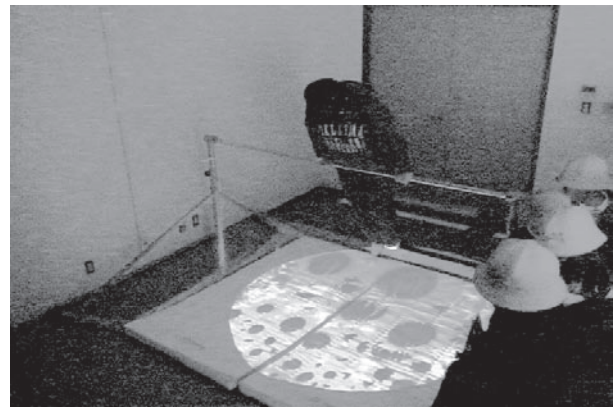


図 3 小学生によるユーザ試験の様子

また、小学校や施設などに設置することで、教育的利用も挙げられる。インタラクティブメディアとしての性質を持つ遊具により、子どもたちへの運動に対する動機付けを支援することができ

## 参考文献

- [1] 廣瀬 通孝ら: 第 1 回 CREST・デジタルパブリックアートシンポジウム 予稿集, 2005
- [2] 港 千尋, 森脇 裕之: “記憶の庭,” 「移動する聖地」展 インターコミュニケーションセンター, 1998, [http://www.nticc.or.jp/Archive/1998/PORTABLE\\_SACRED\\_GROUNDS/Works/garden\\_j.html](http://www.nticc.or.jp/Archive/1998/PORTABLE_SACRED_GROUNDS/Works/garden_j.html)
- [3] 八谷 和彦: “オーヴァーザレインボウ”, P3 art and environment, 1994, <http://www.petworks.co.jp/~hachiya/works/over.html>
- [4] VRanko 製作委員会: “VRanko”, IVRC2001, 2001, <http://rogiken.org/sol/>
- [5] 鈴木 康広: “遊具の透視法”, 2001, <http://www.mabatak i.com/perspective/>
- [6] ローリー アンダーソンら: “SHOW and WALK by ローリー・アンダーソン,” EXPO 2005 AICHI JAPAN, 2005.
- [7] C. Sommerer and L. Mignonneau: “Interactive Plant Growing,” in Siggraph'93 Visual Proceedings (New York: ACM Siggraph, 1993) pp. 164-165.
- [8] Makoto Iida, Shoji Kawakami and Takeshi Naemura: “Strino: STRain-based user Interface with tactile of elastic Natural Objects,” UbiComp2005 (2005.9).
- [9] 川上 翔治, 飯田 誠, 苗村 健: “公園遊具をインタラクティブメディアにする歪センシングの基礎検討”, 日本バーチャルリアリティ学会第 10 回大会, 3C2-4, pp. 495 -- 496 (2005.9).