

Bounce Display : 膜状ディスプレイ上で物体を弾ませるインタラクティブシステム

西野 俊輝* 松浦 昭洋*

概要. 本発表では、弾力のある膜状ディスプレイ上で物体を弾ませてプレイするインタラクティブシステムを提案する。膜状ディスプレイは伸縮性の高いポリウレタン繊維を編んで作成され、その上で弾ませる物体は球体、楕円体、棒状物体等である。弾む物体の位置や深度の情報を深度カメラを用いて取得し、膜上に照射する映像に反映させる。これまでに、基本システムを構築し、いくつかのエンタテインメントコンテンツの制作を行った。

1 はじめに

近年、曲げられる素材や弾力のある素材をディスプレイに利用した独自の操作感をもつインタラクティブシステムが提案されている[1][2]。その中で[2]では、膜状ディスプレイ上で球体、楕円体等を弾ませて操作するインタラクティブシステムが発表された。しかし、同システムでは、初期のプロトタイプであり、物体とディスプレイとの接触情報の取得とインタラクションは可能であるが、物体の沈み込む深さ等の情報は利用されていなかった。本研究では、本膜状ディスプレイを用いたシステムの高度化を目的とし、これまでに、装置を頑健に作製するとともに、物体の沈み込み情報の取得と利用が可能なインタラクティブシステムの開発といくつかのコンテンツの制作を行った。

2 膜状ディスプレイとインタフェース

膜状ディスプレイの素材としては、[2]と同様高い伸張性をもつポリウレタン繊維であるライクラ®ファイバーを採用し、太さ約 1 mm の本素材を 2 mm 間隔で 40 cm 四方の格子状に編んで使用する(図 1)。インタフェースとして用いる物体の形状は球体、楕円体、棒状物体等で、主に細長く手に持ちやすい楕円体を用いる(図 2)。これまでに作製した楕円体は、(胴回りの直径, 高さ)=(6.0, 12.0), (6.9, 13.8), (6.0, 18.0) [cm]等で、中空で厚さは 3 mm である。

なお、膜面の性能としては、例えば、EVA 樹脂製のボールを膜上に自由落下させると、7 割程度の高さまで戻ってくる。また、楕円体を図 3 のように斜め上方から投射すると、楕円体の側面で膜面に当たった場合、図 3 右図のように投射場所の方向に跳ね返るという意外性のある運動が実現できる。この性

質から、プレイヤーは同じ楕円体を継続的に膜面に当てながらプレイすることが可能となる。

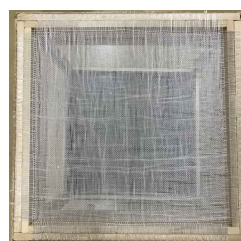


図 1. 膜状ディスプレイ



図 2. 楕円体

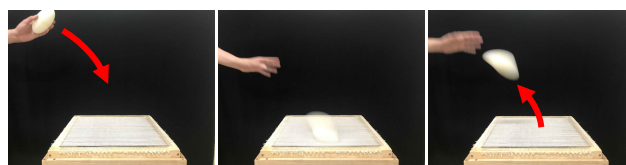


図 3. 楕円体の斜方投射と同方向への跳ね返り

3 システム概要

3.1 システム構成

本システムは、膜状ディスプレイ、深度カメラ、およびそれらを設置する専用台座、投射物体、アプリケーションの処理を行うコンピュータ、プロジェクタとその台座から成る。[2]では、膜状ディスプレイ専用の台座と深度カメラの設置台は用意されておらず、深度カメラのキャリブレーションが容易でなかった。本システムでは、深度カメラのキャリブレーション結果に基づいてカメラの設置位置をディスプレイの下側に固定し、図 4 のように膜状ディスプレイの台座と一体化させることで、キャリブレーションを毎回行うことなく画像の認識を行うことが可能となった。システム全体の概略図を図 5 に示す。

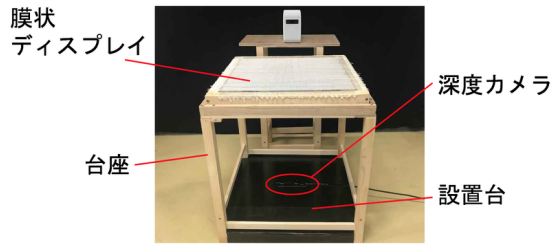


図 4. 膜状ディスプレイ周辺の構成

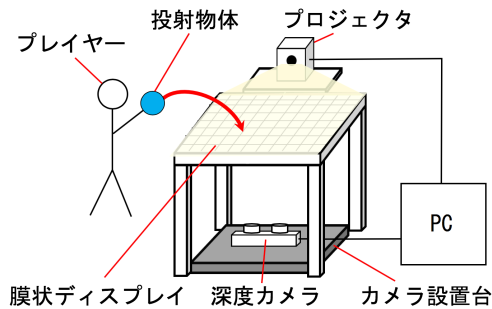


図 5. システム全体の概略図

深度カメラとしては、取得映像から空間深度情報を 1 ピクセル毎に取得できる ZED mini を使用する。カメラで取得した深度情報はコンピュータに送信され、送信された情報からディスプレイ上での物体の位置と深度の取得とアプリケーションの処理が行われる。イメージはプロジェクタを通して上部からディスプレイ上に表示され、同時にサウンドも再生される。アプリケーションの開発には、Unity 2018.2.17f1 を利用した。

3.2 ディスプレイ上の物体の位置・深度情報の取得

物体とディスプレイとの接触情報取得のため、深度カメラから得られた空間深度情報を用いた。深度カメラで取得した映像から深度の変化が確認されたピクセルを抽出し、その中で最も深い値をもつピクセル位置を物体の位置として用いた。最大深度値をもつピクセルが複数存在する場合は、それらピクセルの平均をとり、その結果を物体の位置とした。また、物体の深度情報には、深度の変化が確認された 1 フレーム分を使用している。

4 システムの実行例

4.1 同心円上の波紋の表現

図 6 左のようにディスプレイ上に物体が当たると、図 6 右のように物体の位置から同心円上に波紋が表示される。また、波紋に合わせて音も再生される。さらに、物体が沈み込んだときに得られる最大深度によって波紋の色を三段階に分け、深くなるにつれてシアン、緑、赤色の波紋が表示される設定とした。これにより、物体を投げ入れる強さを調整して波紋の色の变化を楽しむことができる。

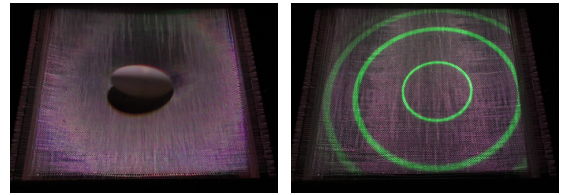


図 6. 同心円状の波紋の表現

4.2 シューティングゲーム

ディスプレイ上でランダムに動き回着的に物体を当てる簡易のシューティングゲームを作成した。図 7 左のように的に当たると、図 7 右のように的が破壊され、音も再生される。

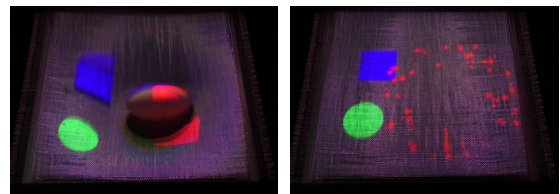


図 7. シューティングゲームの様子

5 まとめと今後の課題

本研究では、膜状ディスプレイを用いたシステムに関して、頑健な装置を作製するとともに、物体の沈み込み情報の取得と利用が可能なインタラクティブシステムの開発とコンテンツの制作を行った。本システムにより、物体の弾みと物体を投げ入れる身体運動を活かして様々なインタラクションを楽しむことが可能となった。一方で、本システムで使用している深度カメラは、暗室や極端に明るい場所では深度情報を正しく取得できないことがあり、より認識精度を上げる必要がある。また、物体がディスプレイに接触してから映像が反映されるまでの遅延の改善や、コンテンツにおいて、サウンドにも深度情報を反映すること、複数人でのプレイを実現することも今後の課題として挙げられる。

謝辞

本研究は JSPS 科研費 16K00507 の助成を受けて行われた。

参考文献

- [1] D. Dand and R. Hemsley. Obake: Interactions on a 2.5D Elastic Display. Proc. of the Adj. Publication of the 26th ACM Symp. on User Interface Software and Technology (UIST'13), pp. 109-110, 2013.
- [2] 西野俊輝, 松浦昭洋. 膜状ディスプレイを用いたプレイフルなインタラクティブシステムの開発. 映像表現・芸術科学フォーラム 2019, 映像情報メディア学会技術報告, Vol. 43, No. 9, pp. 201-202, 2019.