

Balloonygen:

変形可能な全天球画像表示部分を備えた拡張テーブルトップディスプレイ

豊原 宗一郎* 佐藤 俊樹* 小池 英樹*

概要. 風船のように変形可能な球体部分を備えたディスプレイ「Balloonygen」は、既存の平面コンテンツの中にシームレスに全天球コンテンツを出現させることができるディスプレイである。テーブルトップという2次元形状と球体という3次元形状をモーフィングさせることで、平面におけるピンチアウトによる拡大という概念を3次元に拡張することを可能とする。また、平面ディスプレイと球体ディスプレイのメリットを共存させた、よりスムーズな情報共有のあり方を提案する。本論文では、プロトタイプの実装、およびアプリケーションの作成を通じて、本ディスプレイが活用される場面の考察を行った。

1 はじめに

従来の平面タッチスクリーンに対するインタラクションの1つとして、ピンチアウトによる拡大という操作が存在する。我々はこのディスプレイ上における拡大という概念を3次元方向に拡張すべく、ピンチアウト時に立体的に膨張するディスプレイ「Balloonygen」を提案する。Balloonygenのベースはテーブルトップディスプレイ、すなわち平面のディスプレイであるが、中心に設置されたゴム膜が風船のように膨らむことで、全天球画像を表示する立体的な機構を動的に提供する。これにより従来の平面ディスプレイにおける情報共有を行いながら、全天球画像や付加情報を必要な分だけ動的に表示することができる。また平面から球体に膨らむという過程から、2次元と3次元を連続的にモーフィングして情報表示を行うことができる。我々に馴染みの深い平面ディスプレイにおいて、球という、全天球コンテンツを直感的に表示することができる機構をいかにシームレスに出現させるかということが、平面・球面ディスプレイにおけるデメリットの補完において重要であるといえる。

2 関連研究

表面が膨らむ、盛り上がるといった連続的な変形を行うディスプレイとして、ゴム膜を利用したもの [1] [3] [6] [7] や、ポリゴンとなる硬い素材をテープでつなぎ合わせたもの [2] が存在する。これらの多くはディスプレイ全体が変形し、特定のコンテンツを表示することに特化している。なかでも Harrison らは、穴の空いた板にゴム膜を貼ることで、盛り上がる、凹む部分を自在にコントロールし、形状に合わせた映像を投影している、これにより、ボタンやつまみといった物理的なインターフェースにおける、

あまり注視せずに使用できるというメリットと、映像投影におけるコンテンツの柔軟さを兼ね備えたインターフェースを構成している。Harrison らが述べるように、映像投影型ディスプレイにおいて膨らむ、盛り上がるといった変形可能な部分を有することは、異なる触覚、ひいては異なる見方ができるインターフェースを同時に提示できることにつながり、重要であるといえる。また、このようなインターフェースが、盛り上がるだけではなく球といった、側面を有する3次元形状にまで膨らむことでその側面を用いたより効率的な情報の表示・共有が可能となる。

また、風船のような変形可能な球体をインターフェースに採用しているディスプレイも存在する [4] [5]。風船のような球体をインターフェースに用いるこれらの研究においては、身体動作や感情を入力する試みがなされており、風船という素材の入力デバイスとしての大きな可能性を示唆している。

3 実装

本ディスプレイの実装について、ハードウェアおよびソフトウェアに関して述べる。

3.1 ハードウェア

本ディスプレイの構成図を図1に示す。中心に穴を開け、ゴム膜を張ったテーブルの下部に、広角の魚眼レンズと短焦点プロジェクタを設置する。レンズ及びゴム膜の系を、塩化ビニールパイプとアクリル板を用いて密封し、エアーコンプレッサに繋ぐことで風船の膨張を制御する。

3.2 ソフトウェア

ソフトウェアの作成はUnity (2017.3) を用いて行なった。本ディスプレイにおいては、大きさの変わる風船に対して映像を歪みなく投影する必要がある。そこで、Unityにおいて風船およびテーブルを仮想

Copyright is held by the author(s).

* 東京工業大学 情報理工学院

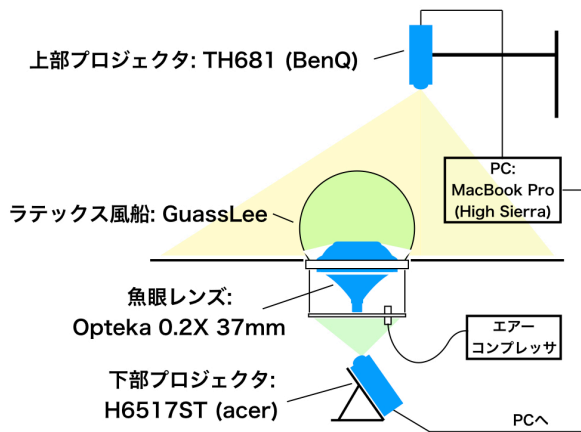


図 1. ディスプレイ構成図

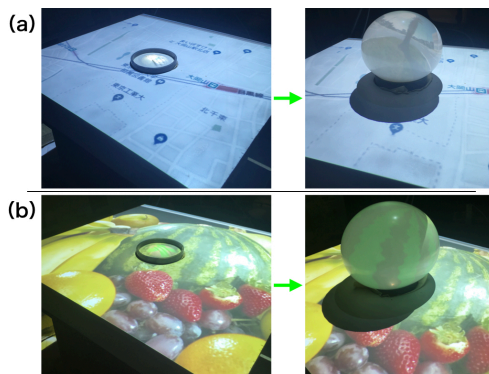


図 2. アプリケーション例

的に再現し、前もって求めた魚眼レンズの内部パラメータおよびプロジェクタの外部パラメータを適用することで現実の動きに対応した画像を投影する。

4 アプリケーション

4.1 地図閲覧

従来の平面ディスプレイにおいて地図を閲覧する際、拡大という操作はより詳細な2次元の地図を表示することである。ここで本ディスプレイにおいて地図閲覧を行えば、3次元的に拡大することが可能である。たとえば図2: (a)のように“拡大”したいある地点におけるパノラマ画像や全天球画像を動的に表示することができる。

4.2 図鑑

本ディスプレイは膨らむという特性上、大きさも可変である。そのため、風船の大きさを利用し、様々なコンテンツの情報量も併せて表示することができる。図鑑を例にとると、例えば果物のページを見ており、ある果物の画像を“拡大”した際、それぞれの果物の大きさに風船が膨らめば、より直感的にコ

ンテンツを理解することができる。(図2: (b))

またこれ以外にも、本ディスプレイを用いれば平面ディスプレイ上の情報を圧迫せず、メモ書きなどの付加情報を表示することができる。例えば、ある単語のより詳細な意味や訳などを風船上に表示したり、ビデオチャット中にメンバーの頭部を映す、といった柔軟な表示領域を活かしたアプリケーションが考えられる。

5 まとめと今後の展開

本論文では、全天球と平面のコンテンツを同時に効率よく閲覧するためのディスプレイ「Balloonygen」を提案した。今後はゴム膜下に設置した同軸Procamを用いて、風船におけるタッチや変形をトラッキングし、入力デバイスとしての機能をより充実させる。またこの機能により、例えば3Dモデルの内部を風船を凹ませることで閲覧する、といったアプリケーションの充実を目指す。

参考文献

- [1] A. Cassinelli and M. Ishikawa. Khronos Projector. In *ACM SIGGRAPH 2005 Emerging Technologies*, SIGGRAPH '05, New York, NY, USA, 2005. ACM.
- [2] A. Everitt and J. Alexander. PolySurface: A Design Approach for Rapid Prototyping of Shape-Changing Displays Using Semi-Solid Surfaces. In *Proceedings of the 2017 Conference on Designing Interactive Systems*, DIS '17, pp. 1283–1294, New York, NY, USA, 2017. ACM.
- [3] C. Harrison and S. E. Hudson. Providing Dynamically Changeable Physical Buttons on a Visual Display. In *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, CHI '09, pp. 299–308, New York, NY, USA, 2009. ACM.
- [4] K. Nakajima, Y. Itoh, Y. Hayashi, K. Ikeda, K. Fujita, and T. Onoye. Emoballoon. In *Proceeding of the 10th International Conference on Advances in Computer Entertainment - Volume 8253*, ACE 2013, pp. 182–197, Berlin, Heidelberg, 2013. Springer-Verlag.
- [5] J. Paradiso. The Interactive Balloon: Sensing, Actuation and Behavior in a Common Object. 35:473 – 487, 02 1996.
- [6] D. R. Sahoo, K. Hornbæk, and S. Subramanian. TableHop: An Actuated Fabric Display Using Transparent Electrodes. CHI '16, pp. 3767–3780, New York, NY, USA, 2016. ACM.
- [7] J. Tsimeris, D. Stevenson, M. Adcock, T. Gedeon, and M. Broughton. User Created Tangible Controls Using ForceForm: A Dynamically Deformable Interactive Surface. UIST '13 Adjunct, pp. 95–96, New York, NY, USA, 2013. ACM.