JIZAI-変幻提灯: 提灯形状に着目した動的形状変化全周囲ディスプレイ

栗田 侑弥 * 大須 琢真 † 佐藤 俊樹 ‡

概要. 提灯は輪状に組んだ竹ひごを組み合わせて作られ、上から押すことで平らに折り畳むことができる日本の伝統的な照明器具である. 今回我々は、提灯を部分的に伸縮させながら形状変化させることで、球体形状、テーブル形状、おわん形状といった様々な形状を一つの提灯のみで実現できる事に着目した. そして、提灯型構造体の全周囲に映像投影をすることで、動的に形状変化可能なディスプレイを実現することが可能となる. このディスプレイは、今まで提案されてきた様々な形状の全周囲ディスプレイの体験を選択的に実現することができ、異なる形状への遷移を活用した新たな情報提示も可能となる. 本研究では、提灯型構造体の天面部/側面部/底面部を空気圧による伸縮と複数の糸の張力を用いて、部位ごとに伸縮を制御することで、様々な形状に変化可能な新たな全周囲ディスプレイを提案する.

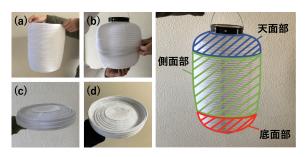


図 1. 提灯の形状変化 (左) と天面/側面/底面 (右) (a) 円柱 (b) 球体 (c) テーブル形状 (d) ボウル形状

1 はじめに

伝統的な照明器具である「提灯(ちょうちん)」は、 輪状に組んだ竹ひごを重ね合わせて作られた筒状の 骨組みに、和紙等を貼り合わせることで作られてい る. 特に日本の提灯には、収納する際に上下に小さ く縮めて、平らに折りたたむことが可能な面白い特 徴がある. 本研究では,この提灯独特の折り畳み可 能な骨組み構造を応用し、提灯構造を部分的に伸縮 させることで、図1(左)の様に提灯の形状を提灯(カ プセル) 形状, 球体形状, 上部に平面のあるテーブ ル形状、ボウル形状、円柱形状といった様々な形状 に動的に遷移できることに着目した。さらに、この 変形可能な提灯型構造体の全周囲に映像を投影する ことで、形状の動的遷移が可能な全周囲ディスプレ イが実現できると考えた. 全周囲ディスプレイには それぞれの形状ごとに異なる特徴があり、これまで にも球体形状 [1] やドーム形状 [2], ボウル形状 [3]

Copyright is held by the author(s). This paper is non-refereed and non-archival. Hence it may later appear in any journals, conferences, symposia, etc.

などの,形状の特徴をインタラクションに応用した 様々な形状の全周囲ディスプレイが提案されてきた. もし全周囲ディスプレイの形状を動的に変形可能に なれば,これまで個別のハードウェアを必要として いた体験を1台のデバイス上で選択的に実現でき る.そこで,本研究では提灯の折り畳み構造に着目 した新たな変形可能な全周囲ディスプレイ機構を提 案する.

2 提灯の構造と形状変化

提灯はその折り重なった骨組みの構造により、上 下を掴んで押したり引っ張ったりすることで、完全 に開いた状態 (カプセル形状) から完全に折りたたん だ状態 (テーブル形状) までの中間を含めた形状を動 的に遷移させることができる(図1). ここで、提灯 構造を図1(右)のように「天面部」・「側面部」・「底面 部」の3つに分けて考える. さらに、それぞれの部 位を独立して伸縮できたとする. すると、それらの 形状の組み合わせにより提灯は図1(左)の様に、合 計12種類の形状に変形できるようになる. さらに、 各部の形状には異なるディスプレイとしての特徴が それぞれ存在する. 例えば、天面部が平面の際には 複数人が互いの状況を把握しながら操作でき、側面 部がある場合は、天面の高さを変更することで底面 部/側面部ディスプレイの両方を使えるという利点 などがある. 提灯構造を用いることで動的かつ自在 に映像に合わせた形状への変形が可能であるため, 1台のディスプレイ上で様々な形状の映像投影をし たり、異なる形状への遷移を活用した情報提示をし たりすることが可能となる.

3 プロトタイピング

上記のような提灯を様々な形状に変形させる機構 を実現するためには、提灯の3つの部位を独立して

^{*} 電気通信大学

[†] 武蔵野美術大学

[‡] 北陸先端科学技術大学院大学

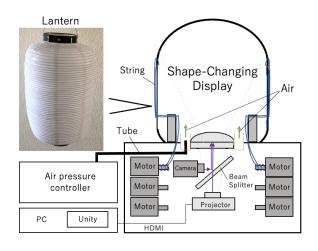


図 2. システム構成図

形状変化させる必要がある. このために、我々は図 2のように空気圧による伸縮と、複数の糸の張力を 用いた部位ごとの形状保持変形が可能な新しい提灯 機構を提案する、まず提灯部分は、実際の提灯と同 様、竹ひごや柔軟性のある樹脂を編んだ骨組みに空 気を通しにくいビニール素材の幕(スクリーン)を張 ることで制作した. また, 今回の実装では, 空気圧 を用いて提灯構造を膨らませる手法を取るため、内 部から空気が漏れないように提灯上部は閉じた構造 にし、下部に空気を送り込める開口部を設けた. 提 灯の形状変化は空圧の調整と、図3のように各変形 部に張りめぐらせた透明糸の張り具合で調整を行う. 例えば、側面部を長くしたり、天面部をボウル形状 からドーム形状に変形させるなど提灯構造を膨らま せる場合、全ての糸の張りを弱くした後に、提灯構 造下部より空気を送り込み、内部圧力を上げ指定の 大きさになったら提灯内の圧力を維持するという制 御を行う.そして,逆に提灯構造を小さくする場合 は、提灯内の空気圧を保ちつつ、提灯構造内部から 変形させたい部分に対応した糸を下方に巻き取るこ とで、その部分のみの独立した変形を実現する。な お、天面部・側面部・底面部の各変形を行うための 糸は図3のようになっている.

また、側面部と底面部を糸で引っ張って形状変化を行う際、提灯の底面部にも意図せず力がかかり、底面部の半球形状を維持できず平面形状になってしまう問題があった。そのため、今回の実装では図3のように内部に糸の力が底面部に加わらない様にする機構を設計した。これらの機構により、提灯構造を合計12種類の形状に動的に変形させることが可能となった。なお糸の長さの制御は、デバイス内部に設置されたステッピングモータで巻き取り、その回転数で各部の糸の長さを計算し、全体の形状を算出することとした。また、全周囲への映像投影を行うために、提灯構造の下部に超広角レンズとプロジェ

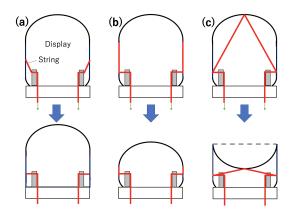


図 3. 各部の糸の配置 (a) 底面部 (b) 側面部 (c) 天面部

クタ・カメラをハーフミラーを介して設置した.これにより、単一のプロジェクタによるディスプレイ全周囲への、形状変化に応じた映像の投影が可能になり、同時に Diffused Illumination 手法などを用いた提灯表面への接触検出も可能になる.

4 アプリケーション案

現在、3つのアプリケーションを検討している. まず,マップアプリである.このアプリでは,スク リーンが球体形状の際には地球儀のような映像を投 影し、スワイプ操作等で任意の地点を選ぶと、スク リーンがテーブル形状へと変形し、選択地点の 2D マップを表示する. そして側面部の高さを変更し, テーブル形状から円柱形状へ変形させる際にはその 地点の 3D マップを表示する.これらの映像変化を動 的に行うことで、様々な地図形態に適したスクリー ンとして利用可能となる.次に、断層映像の閲覧ア プリである. これは提灯の側面部の高さを動的に変 化させて操作するもので、側面の画像と照らし合わ せ断面を解析する. 例えば、側面部に人の上半身の 映像が投影され、天面部には隣接する側面部に対応 する断面部分の MRI 画像を投影する. これにより 胸部から腹部にかけた動的な MRI 画像の遷移を、実 際の位置と同期して把握可能となる. 最後に、ゲー ムアプリである. 例えば、円柱形状であれば横スク ロールアクションを、テーブル形状であればトップ シューティングといったように、場面や操作方法に 合わせてスクリーン形状に動的に変形させ, 一つの デバイスで多彩な体験が可能となる.

5 まとめと展望

本研究では、輪状に組んだ竹ひごを組み合わせて作られた提灯の形状に着目した、動的に形状変化可能な全周囲ディスプレイの提案を行った。今後は提灯型ディスプレイの自作や機構の精度向上、提案したアプリケーションの実装を行う.

参考文献

- [1] H. Benko, A. D. Wilson, and R. Balakrishnan. Sphere: Multi-Touch Interactions on a Spherical Display. In Proceedings of the 21st Annual ACM Symposium on User Interface Software and Technology, p. 77–86, 2008.
- [2] R. Companje, N. van Dijk, H. Hogenbirk, and D. Mast. Globe4D: Time-Traveling with an Interactive Four-Dimensional Globe. In Proceedings of the 14th ACM International Conference on Multimedia, p. 959–960, 2006.
- [3] S. Miyafuji, S. Toyohara, T. Sato, and H. Koike. DisplayBowl: A Bowl-Shaped Display for Omnidirectional Videos. In *The 31st Annual ACM Symposium on User Interface Software and Technology Adjunct Proceedings*, p. 99–101, 2018.