

# 様々な形状の全周囲ディスプレイを実現可能な 提灯型構造体の変形についての考察

栗田 侑弥<sup>†1</sup> 石井 万里<sup>†1</sup> 中村 俊勝<sup>†2</sup> 佐藤 俊樹<sup>†2</sup>

**概要：**提灯は輪状に組んだ竹ひごを多数組み合わせで作られ、上から押すことで折り畳むことができる伝統的な照明器具である。今回我々は提灯の骨格部分を押しながら形状変化させることで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。そしてこれらの形状変化の中に球体/ドーム形状などの特徴的な形状が存在することや、形状変化をシームレスに行うことができることもある。我々はこの提灯型構造を形状変化が可能な新たな全周囲ディスプレイへ応用できないかと考えた。本論文では、これらのディスプレイの形状についての考察を述べる。

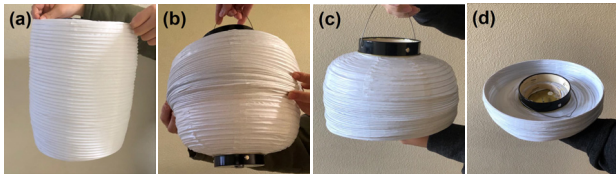


図 1 提灯の様々な形状変化 (a) 円柱 (b) 球体 (c) ドーム (d) ボウル

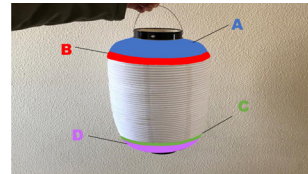


図 2 手で形状変化を行うための把持部

## 1. はじめに

提灯は輪状に組んだ竹ひごを多数組み合わせた筒状の骨組みに障子和紙を張って作られるもので、中に蝋燭などの光源を入れて用いられる日本の伝統的な照明器具である。図 1 の提灯は、平骨という輪状の竹ひごを骨格とした平骨式という構造を持つ。この構造は収納の際、蛇腹状に折り畳むことができるという利点を持つ。今回我々は、この平骨式提灯がカプセル形状と折り畳んだ形状以外にも、提灯の部分部分の平骨間を押しながら、変形させることで様々な形状を一つの提灯のみで実現できると考えた。実際に提灯を変形させた際の主な形状として円柱形状 1(a)、球体形状 1(b)、ドーム形状 1(c)、ボウル形状 1(d) などが存在する。これらの形状変化の中に球体/ドーム形状などの特徴的な形状が存在することや、形状変化をシームレスに行うことができることもあり、提灯の表面に映像を投影することで様々な形状に変化可能な全周囲ディスプレイを実現することができると思った。

## 2. 提灯型構造体の特徴

まず最初に、提灯の構造について詳しく述べる。提灯は骨組みが層状になっていることで、上部から提灯を押した際に段々と紙が重なっていき折り畳めるようになっている。またこの折りたたみの動きは非常にスムーズで、折り畳んだ形状とカプセル形状を自由に行き来できる。そして我々は提灯の骨組みが層状になっていることを利用して、上から押す以外の形状変化の方法があるのではないかと考えた。その例として提灯の一部を固定させながら折り畳んだり/引き延ばしたり、上から押すだけではなく図 2 の B の部分を押ししたり/引いたりすることで、提灯は更に多くの形状に変化させることができる。まず提灯の図 2 の A 部分を押ししたり、引っ張ったりすることで平面/ドーム/ボウル形状の 3 種類に変化させられる。次に、折り畳んだ状態から提灯をどれだけ引っ張るかで側面部分を作るか、作らないかを調節できる。そして下から押すことで図 2 の D 部分が平面/ドーム形状の 2 種類に変化する。そしてこれらの組み合わせで提灯は 12 種類の構造に変化させることができる。

そしてこの形状変化を全周囲ディスプレイに応用させるに当たり、提灯が変化できる形状にディスプレイとしてど

<sup>†1</sup> 現在、電気通信大学  
Presently with The University of Electro-Communications

<sup>†2</sup> 現在、北陸先端科学技術大学院大学  
Presently with Japan Advanced Institute of Science and Technology

のような特徴があるかを述べていく。最初に天面の形状の特徴について述べる。まず平面形状の特徴としては複数人が互いの状況を確認しながら操作できるという点が挙げられる [1]。次にドーム形状の特徴として立体的な形状で、立ち位置により見え方が変わったり、真上から見ることで映像全体を把握できたりするという特徴がある [2]。次にボウル形状の特徴としては、[3] のように俯瞰、一人称視点、擬似三人称視点の 3 種類の見え方を両立出来るという特徴がある。次に側面部分の特徴について述べる。側面部分がある場合は天面の高さを自由に変えることで平面ディスプレイと側面部ディスプレイの両方を使えるという特徴がある。側面部分がない場合としては、テーブルトップディスプレイなどのように高さがなくてディスプレイ全体を把握しやすく、全体が同種の形状の面になるため、視覚的に映像がわかりやすいという特徴がある。次にくびれの特徴について述べる。くびれがない場合には一番下まで映像を確認できるという特徴があり、くびれがある場合には最下部を通して反対側の画面と映像を繋げることが可能になるという特徴がある [4]。

このように、提灯型構造は図 2 の A 部分の形状と、側面部分の有無、D 部分のくびれの有無の組み合わせによって 12 種類の特徴ある形状に変化させることが可能である。そしてそれぞれの形状に対してディスプレイとしての明確な特徴があるため、形状変化出来る提灯型構造を利用することで新たな全周囲ディスプレイを作れると考えた。

### 3. 提灯型構造の変形要素について

この提灯型の形状変化の特徴について述べていく。まず、上記で述べたように 12 種類の形状への変化を行うことが可能な点が挙げられる。これにより、多くのディスプレイ形状を 1 つのデバイスで再現することが出来ると考えられる。次に、シームレスな形状変化を行えるという点が挙げられる。これにより、形状を変える際にも映像が途切れることがなく、タッチ操作を行う映像であれば操作を行いながら形状変化を行ったりすることができると考えている。次に、ユーザが直接形状を変えられる点も挙げられる。これにより、ユーザは自分の目的に合わせたディスプレイ形状へと直接手動で変更することが出来ると考えている。以上の考えから、この提灯型構造を利用することで、シームレスな形状変化が可能な新たな全周囲ディスプレイを作ることが出来ると考えた。

次に本デバイスの利点を活かせると考えられるアプリケーション案について説明する。それは「マップアプリ」である。主要な形状においてどのような映像を投影する予定なのかを述べる。テーブルトップディスプレイのように 2 次元の形状では平面上から俯瞰した地図を投影し、その地図上で地点を選択すると自動でディスプレイの高さが高くなっていき、円柱形状の側面部分を使用し、選択した

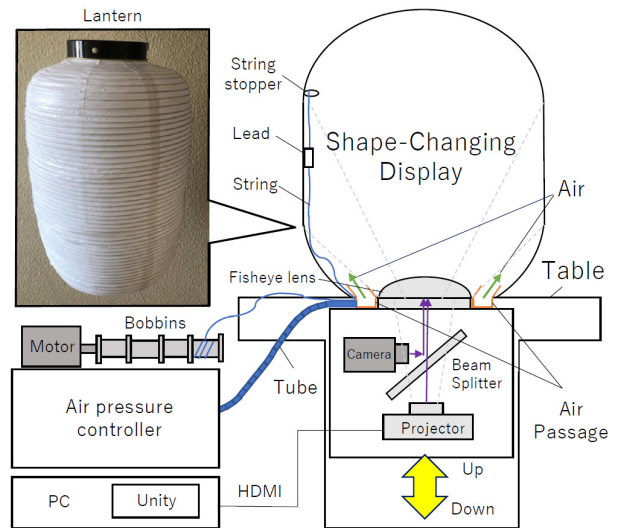


図 3 システム構成図案

地点を上から俯瞰した周囲 360 度映像を投影することを想定している。そして、図 2 の A 部分を上から押し込んで凹ませるとその地点を魚眼レンズを通して上から撮影したような画像が投影され、A 部分を上に引っ張ってドーム状にするとその地点を下から魚眼レンズを通して撮影したような映像を投影することを考えている。また上記のそれぞれの状態で図 2 の B 部分を上から押し、ボウル形状・ドーム形状になった際には選択した地点の周囲 360 度映像を上面に投影することで上から一望することが出来るようになる考えた。そして球形状にした際には地球儀のような画像を投影してその状態で地域などを選択すると、最初の 2 次元の平面形状に変わるといった機能の切り替えを考えている。次に、形状の移り変わりの最中の、投影している映像の変化について述べる。まず、地球儀の映像が投影されている球形状からと平面の地図へと映像が切り替わっていく最中には映像が徐々にズームイン/ズームアウトされていくような映像を投影することを考えている。次に図 2 の A 部分を上から押し込んで凹ませる際にはその中に映像が流れ込んでいくような映像投影を行い、逆に図 2 の A 部分を引っ張ってドーム状にする際にはそこから映像が流れ出ていくような映像を投影しようと考えている。そして円柱形状からボウル形状やドーム形状になっていく際には側面部分に投影されていた映像が天面部分に流れ込んでいくような映像投影を行うつもりである。このアプリケーションにより使用者は希望の地点を選んだ上でそれぞれの目的に合った形状でマップを見ることが出来ると期待できる。

### 4. 実装方法について

プロトタイプシステムの構成案を図 3 に示す。まず最初に、形状変化を自動で行うための具体的な手法について述べる。このデバイスは提灯型構造を基本として、平面形状から円柱形状、ドーム形状といったようにディスプレイを

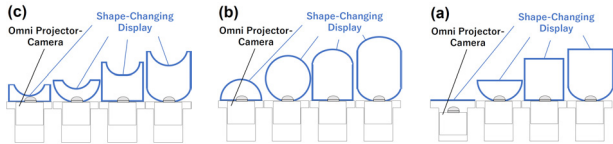


図 4 12 種類の形状変化 (a) テーブル系 (b) ドーム系 (c) ボウル系

大きくする場合には内部の圧力でディスプレイ部が破裂しない程度の空気を送り込み、指定の大きさになったら圧力を一定に保つことを想定している。逆にディスプレイを小さくする場合には一定の空圧を保ちつつ、図 4 の 12 種類の形状変化に必要な部分それぞれを内部から糸で引っ張るというシステムを考えている。まず空気により膨らませる理由としては、画面操作などの際にディスプレイ部が凹まないように気圧を一定にする必要があると考えたためである。そして小さくする際に糸を用いるのは、内部からの映像投影をできる限り邪魔しないようにするためである。次にユーザの接触操作について述べる。ユーザの手による形状変化とタッチ検出を行うためには、内部からの映像投影とカメラ判定が必要であると考えられる。それは外部からこれらを行う場合、ユーザの身体で投影/撮影範囲が隠れてしまうと考えたためである。

また、形状変化に合わせた映像投影を行ったり、ユーザの接触操作による形状変化を行ったりするために、その時点でのデバイスの形状を詳しく検出できるようにする必要がある。そのために、ディスプレイ各部に繋がったそれぞれの糸の長さをリアルタイムに測定することでディスプレイ形状の推定が可能になると考えられる。

本システムは、表面を和紙で覆った提灯型構造のディスプレイ部と、ディスプレイ全周囲を投影/撮影するためのオムニプロカムユニットで構成する予定である。これにより、ディスプレイ部への接触は内部のカメラで検出可能となり、ディスプレイ全周囲には形状変化に合わせたプロジェクタによる映像の投影を行うことができるようになると考えている。また、形状変化に必要な部分それぞれを内部から糸で引っ張り、外部からポンプで空気圧を調整することで形状変化を可能にすることを考えている。

## 5. まとめ

今回我々は、提灯型構造に着目し、シームレスに形状変化可能な全周囲ディスプレイへの応用可能性についての考察を行なった。今後は前述で示したプロトタイピングを行なっていきたい。

## 参考文献

[1] Dietz, P. and Leigh, D.: DiamondTouch: A Multi-User Touch Technology, *Proceedings of the 14th Annual ACM Symposium on User Interface Software and Technology*, UIST '01, New York, NY, USA, Association for Computing Machinery, p. 219-226 (online), DOI: 10.1145/502348.502389 (2001).

[2] Companje, R., van Dijk, N., Hogenbirk, H. and Mast, D.: Globe4D: Time-Traveling with an Interactive Four-Dimensional Globe, *Proceedings of the 14th ACM International Conference on Multimedia*, MM '06, New York, NY, USA, Association for Computing Machinery, p. 959-960 (online), DOI: 10.1145/1180639.1180850 (2006).

[3] Miyafuji, S., Toyohara, S., Sato, T. and Koike, H.: DisplayBowl: A Bowl-Shaped Display for Omnidirectional Videos, *The 31st Annual ACM Symposium on User Interface Software and Technology Adjunct Proceedings*, UIST '18 Adjunct, New York, NY, USA, Association for Computing Machinery, p. 99-101 (online), DOI: 10.1145/3266037.3266114 (2018).

[4] Benko, H., Wilson, A. D. and Balakrishnan, R.: Sphere: Multi-Touch Interactions on a Spherical Display, *Proceedings of the 21st Annual ACM Symposium on User Interface Software and Technology*, UIST '08, New York, NY, USA, Association for Computing Machinery, p. 77-86 (online), DOI: 10.1145/1449715.1449729 (2008).