

「折り紙」の三次元体感を実現する モバイルデバイス／アプリケーションの設計

小川璃紗^{†1} 藤本貴之^{†2}

概要：図画像類の三次元表現には様々な手法が提案されている。平面では分かりづらいコンテンツの場合、三次元表現は理解を促すために大変に効率的な手法となっている。例えば日本文化などを海外に発信する場合でも、多くの三次元表現が採用されている。本研究ではその中でも特に、「折り紙」に注目する。日本の折り紙をテーマとしたアプリケーションやウェブサイトは様々に存在しているが、その多くが「折り紙」の折り方を紹介するチュートリアルサービスである。本研究では、モバイルデバイスの組み合わせにより、新しい体感型の三次元表現を可能とするアプリケーションを設計する。

キーワード：折り紙, モバイルデバイス, アプリケーション, 三次元表現

Development of Mobile Device / Application expressing 3D-ORIGAMI

RISA OGAWA^{†1} TAKAYUKI FUJIMOTO^{†2}

Abstract: These days, there are a lot of the ways of 3D image's expression. In the case of the contents of 2D, the 3D expression is effective way to help understanding. For example, when we introduce our Japanese culture to foreigners, we use a lot of 3D expressions. In this study, we focus on "Origami". There are a lot of applications and websites work on the subject of "Origami". However, these are only tutorial service how to fold "Origami". In this study, I propose the software and devise that disseminate "ORIGAMI", a peculiarly Japanese culture, to the world used by mobile device with 3D expression.

Keywords: Origami, Mobile device, Smartphone Application, 3D expression

1. はじめに

本研究は、モバイルデバイスを用いて、日本固有の文化である「折り紙」を三次元表現で体感することができる、海外に向けて発信するためのモバイルデバイス及びアプリケーションを設計する。

日本の折り紙をテーマとしたアプリケーションやウェブサイトはさまざまに存在している。その特徴の多くはスマートフォンなどのデバイス上で、「折り紙」の折り方を紹介するチュートリアルサービスである。

しかしながら「折り紙」とは単に紙を折って形状を作るのではない。例えば「折り鶴」に代表されるように、立体感を持った造形は少なくない。このような、一枚の紙から立体的な作品を作り出すことが折り紙の最大の魅力でもある。よって既存のサービスのような単純に折り方を紹介するだけのコンテンツは、必ずしも「折り紙」の本来の魅力を伝え切れていないと言え難い。

そこで本研究では、「折り紙」の折り方を説明するだけではなく、モバイルデバイスとプラスチックで作成した反射版を組み合わせることで、「折り紙」ならではの立体感を体感することができるアプリケーションを設計する。

2. 研究の背景

2.1 外国人の日本の大衆文化への関心

日本政府観光局は2015年の訪日外客数を前年比の47.1%増の1973万7千人と発表した。[1] この結果から見ても日本が海外から注目されて来ていることがわかる。

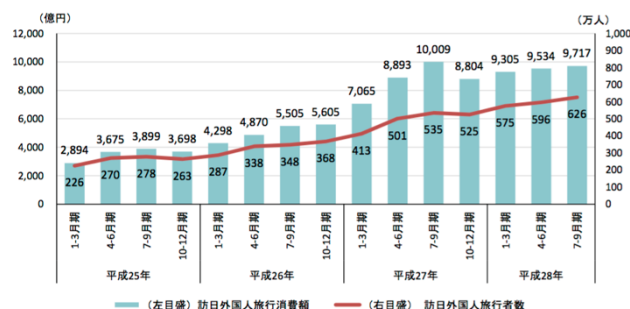


図 1 訪日外国人旅行消費額と訪日外国人旅行者数の推移
Figure 1 Foreigners' amount of consumption and the number of tourists in Japan.

一昔前までの日本の観光地と言えば、京都や奈良、富士山であった。しかし、現在は料亭や蕎麦屋など日本の大衆文化に注目が集められている。

図2は観光庁による全観光客の旅行目的を示したものである。[2]「日本食を食べること」「旅館に宿泊」「日本の歴史・伝統文化体験」「日本の日常生活体験」など日本の大衆文化に触れることを旅行の目的としてきている旅行者が多く存在している。

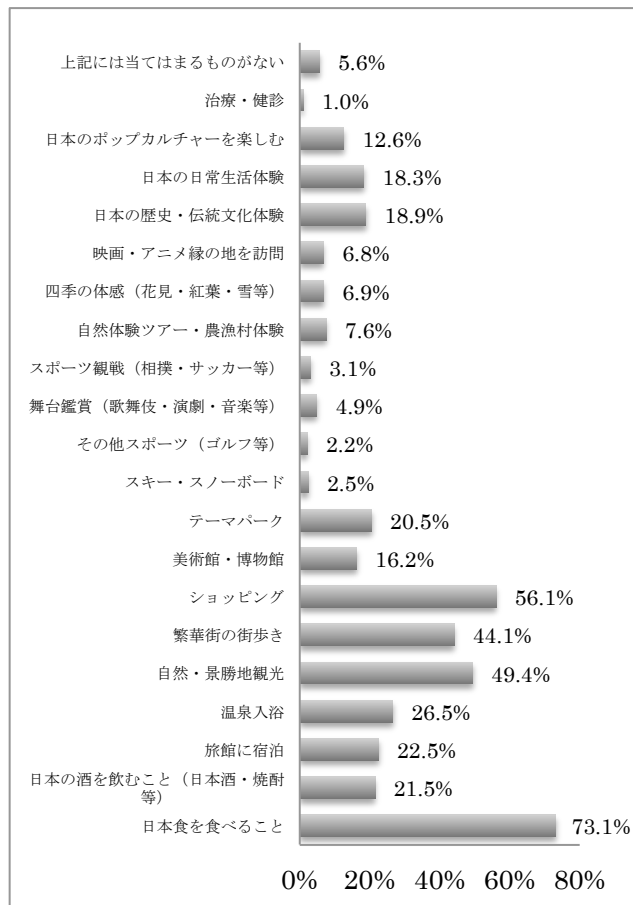


図2 訪日外国人が訪日前に期待していたこと
(複数回答)

Figure 2 One expects by foreign tourists before coming Japan. (Multiple answers)

2.2 外国人の折り紙の関心の高まり

日本政府観光局によれば、2015年の訪日外客数は前年比の47.1%増の1973万7千人。[1]「Cool JAPAN」政策や東京オリンピックの誘致など、近年の積極的な日本のPRの甲斐もあり、海外からの日本の関心は高まっている。

一昔前までの日本への関心と言えば、京都や奈良、富士山などの観光地への観光、あるいは、アニメや、ゲーム、歌舞伎、忍者などといった典型的な日本型コンテンツに限られてきた。

しかし近年では、そのような「いわゆる観光」ではなくより大衆的な現実的な日本の生活文化への関心が高まっている。例えば、外国人観光客が集まる繁華街では、「立ち食

い蕎麦屋」や「回転寿司」、「日本居酒屋」といった庶民的な飲食店に多くの外国人客に人気を博している。

3. 研究の目的

本研究の大きな特徴は、スマートフォンなどのモバイルデバイスと、プラスチックの反射板を組み合わせることにより、「折り紙」の三次元表現を体感することである。三次元に表現することで、「折り紙」本来の良さである、一枚の紙から立体的な作品を作り出す面白さを利用者に伝えることができる。

また、このアプリケーションにとどまらず、小学校の自由研究や自由工作などの自主学習の補助システムとしても応用することが可能である。本来、学校の授業の黒板や教科書は平面で表現されているものがほとんどであるが、簡単に三次元表現を体感することができる本システムは、学生の理解をサポートすることが期待される。

4. 先攻研究

4.1 折り紙

「折り紙」とは、色のついた紙を折ることで、動物や植物などの形を作って遊ぶ、日本の伝統的な遊びとして知られている。

「折り紙」の歴史は7世紀初めに大陸から紙の製法が日本に伝えられたことから始まったとされる。日本人の工夫により、紙でものを包んだり、お供え物を飾るような文化も生まれた。これらの文化がやがて明治時代に入ると、「折り紙」が幼稚園教育として取り入れられ現在に至る。世界にも広まり、日本を代表とする文化の一つとなった。

その遊びとしてのユニークさだけでなく、「折り紙」に求められる細かな作業は、外国人から見ると、日本的な繊細さの象徴として多に興味が持たれている。そのため、日本の「折り紙」を紹介したり、その魅力を解説した海外の書籍やWEBサイトなどは多い。[4]

4.2 「折り紙」アプリ

4.2.1 How to make Origami

「How to make Origami」は、「折り紙」の折り方をアニメーション付きで説明するスマートフォンアプリケーション。鳥やボート、花などカテゴリのバリエーションが豊富であり、難易度が表示されているため、対象年齢のレベルに合わせた折り紙に挑戦することができる。本アプリケーションは全編英語で表記されているため外国人向けのアプリケーションである。日本の伝統文化である「折り紙」を海外に紹介することが目的であるという。

4.2.2 どうぶつおりがみ 無料版

「どうぶつおりがみ」は「折り紙」の折り方を紹介する折り紙チュートリアルアプリケーションである。作品は動物に限定されて紹介されており、実際に手元に「折り紙」を置いて、アプリケーションを見ながら降り進めることがで

きる．またこの「折り紙」アプリケーションの大きな特徴は，完成した作品に画面上で，サインペンやクレヨンで目や鼻を書き加えて遊ぶことができることである．

4.2.3 Let's Fold

「Let's Fold」は，「折り紙」で何かの作品を作るためのチュートリアルアプリではなく，決められた折り方と回数で，指定の形に折ることを目的としたスマートフォンアプリケーションである．ステージやチャプターが進むごとに折り方の難易度が上がっていく仕組みになっている．

4.3 スマートフォンを利用した三次元映像

反射性のある台形の透明プラスチック板を4枚組み合わせで作った4面の反射鏡とスマートフォンと併用することで，簡易的に平面の映像を立体的に表現するホログラム手法がある．手軽かつ視認性も良いため，本研究では，このホログラム技術を用いる．図3は実際に作成した4面反射鏡に表示した「鶴」の3D映像である．

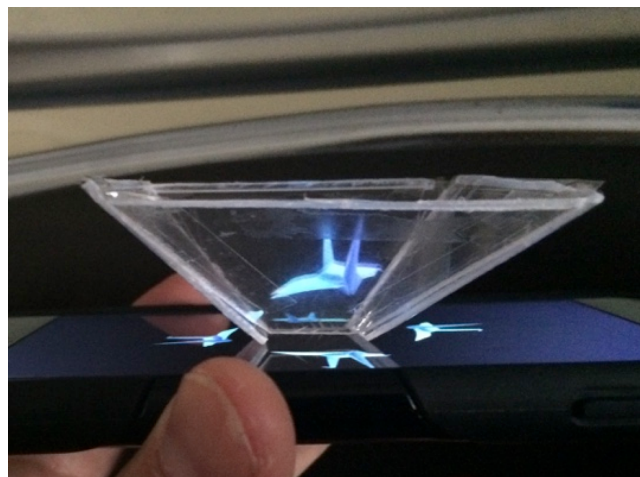


図3 プラスチックの反射鏡とスマートフォンを組み合わせた立体映像

Figure 3 The 3D image of plastic reflecting mirror and smartphone.

4.4 透明プラスチック板を用いた4面反射鏡

スマートフォンで折り紙の三次元を行うために試作で作った反射鏡は以下図4の寸法で作成した．

この反射鏡は組み立てて図3のように組み立てた時に，スマートフォンの画面とプラスチック面が45度になるように計算されている．

また，スマートフォンなどのデバイスが表示する画像をプラスチック板が反射する光が見る人の目に届くようになっている．これは鏡の原理を応用したものである．鏡は物体の光が鏡に反射したものが観測者の目に入る．

物体と鏡の距離と同じ距離に鏡の奥に物体が存在しているように見える．(図5)

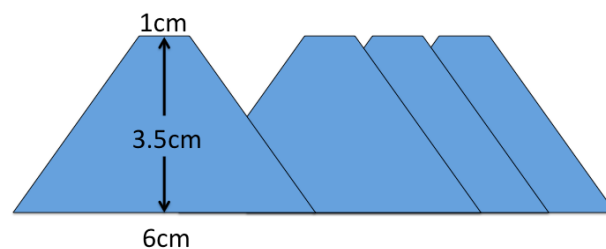


図4 プラスチックの反射鏡の寸法

Figure 4 Size of plastic reflecting mirror.

反射鏡を用いた3Dホログラムも鏡の原理を応用した仕組みが用いられている．スマートフォンなどもデバイスから発せられた光(画像)が反射版の表面に垂直に入り，入射角と等しい角度の反射で光が反射版で反射し，観測者の目に光が届く．この時，反射板の中に画像があるかのような錯覚に陥り，画像が三次元で表現されているに見える．(図6)

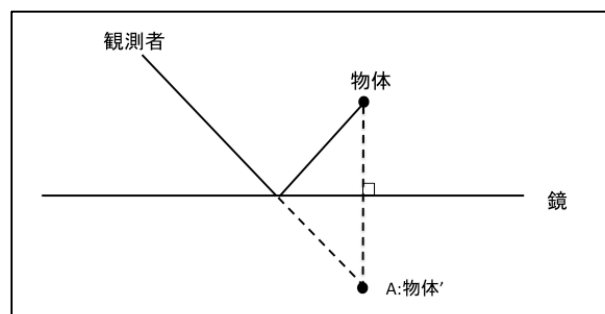


図5 鏡の原理

Figure 5 Mechanism of mirror.

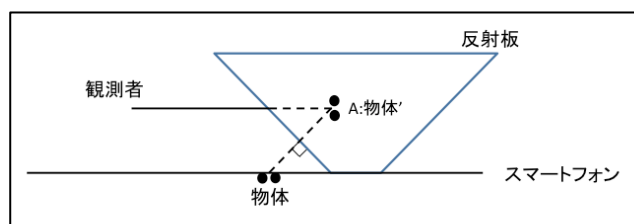


図6 3Dホログラムの原理

Figure 6 Mechanism of 3D hologram.

プラスチック板で作成する4面反射鏡は反射性が高い素材を使用する必要がある．今回試作で作成したのは，CDケース，プラ板，透明の下敷きを使用した．図7図8図9それぞれの素材で作成した反射鏡の写真である．

CDケースで作成した反射鏡とiPodの組み合わせ(図7)，プラ板で作成した反射鏡とiPadの組み合わせ(図8)，透明な下敷きで作成した反射鏡とMacbookの組み合わせ(図9)を作成した．大きいサイズの寸法は図4の大きさを等倍したサイズを適用した．

透明な下敷きを使って作成した用に，スマートフォンだ

けでなくタブレットなど様々な大きさでも三次元表現を表示することが可能であった。

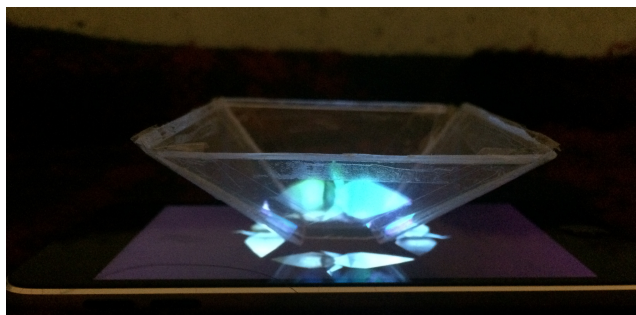


図 7 プラスチックの反射鏡(CD ケース)
Figure 7 Plastic reflecting mirror. (CD case)

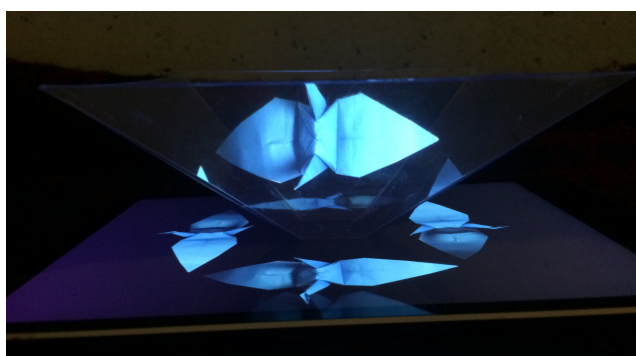


図 8 プラスチックの反射鏡(プラ板)
Figure 8 Plastic reflecting mirror. (Plastic board)

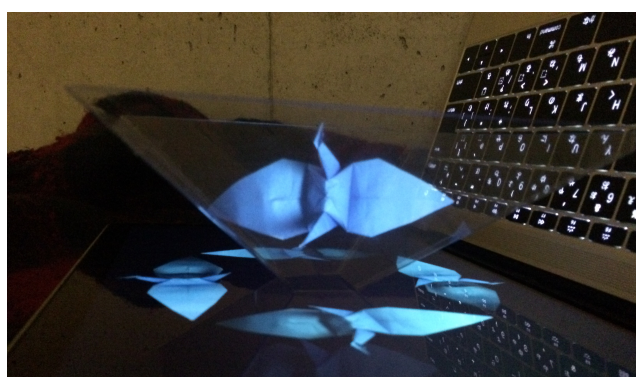


図 9 プラスチックの反射鏡(透明の下敷き)
Figure 9 Plastic reflecting mirror. (Plastic setting board)

5. アプリケーションの概要

5.1 アプリケーションのコンセプト

外国人向けに、日本の「折り紙」の文化を紹介し、「折り紙」を手軽に楽しむことができるアプリケーションを開発する。

本研究で制作するアプリケーションの大きな特徴は、既存の「折り紙アプリケーション」のような「折り紙」の折り方のチュートリアル機能だけでなく、モバイルデバイス

とプラスチック製の反射鏡を組み合わせることで、誰でも気軽に「折り紙」の三次元表現(3D ホログラム)を体感することができることである。

また、全ての作業画面をプラスチックの反射鏡を用いる方法を採用した。スマートフォンなどのモバイルデバイスでと反射鏡を組み合わせることで、いつでも気軽に「折り紙」を折ることを三次元で表現される楽しみを体感できることが魅力の一つである。

今回は、折り紙の代表である「折り鶴」を例にプロトタイプとして日本語版の作成を行った。

5.2 開発環境

今回はスマートフォン向けのアプリケーションをプロトタイプとして作成した。利用する人が一番多いと想定される iOS アプリケーションとして制作した。

5.3 アプリケーションの設計概要

開発するアプリケーションは主に以下の 3 つのセクションで構成する。

- ① 折り方チュートリアル
- ② 完成した作品 3D 表示
- ③ 遊び方紹介(3D 折り紙の表示方法、プラスチック板の四面反射鏡の作り方、など)

試作したアプリケーションのフローおよび構造を図 10、図 11、図 12 に示す。

図 10 の①のボタンは「折り紙」の折り方チュートリアルに進むボタンである。

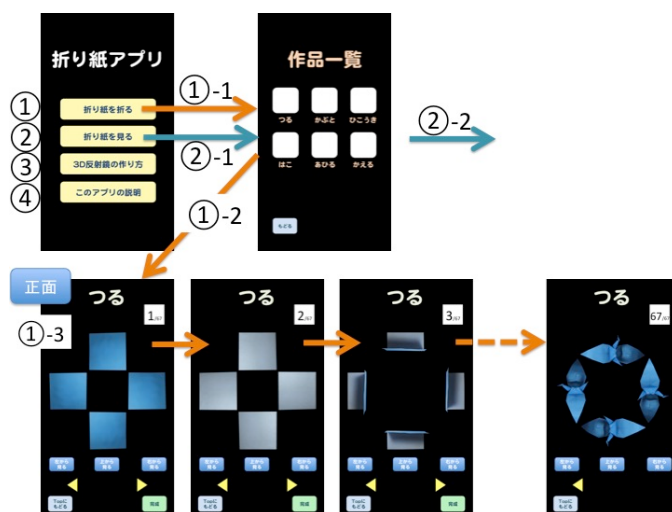


図 10 アプリ遷移図 1

Figure 10 Transition of application 1.

チュートリアルボタンをタップすると「作品一覧」画面にすすみ、ここから折り方チュートリアルを見たい作品を選択する。図 10、図 11、図 12 の、①-3 は「正面」を、①-4 は「右」を、①-5 は「左」を、それぞれの方向から折り方を見たときの画面が表示される。それぞれの 4 枚目の画

面は作品の完成画面を示している。(ただし、今回示す画面は全て正面から「折り紙」を撮影した画像を使用した。)

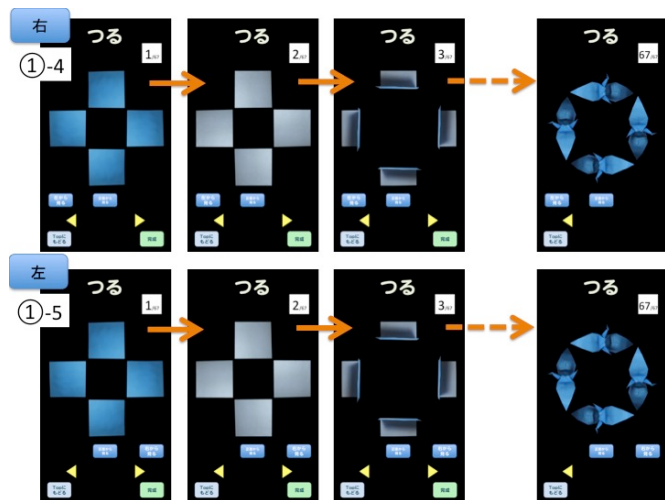


図 11 アプリ遷移図 2

Figure 11 Transition of application 2.

図 12 の下段の②-3 はアプリケーションのタイトル画面から折り方チュートリアルを経由せず、「折り紙」の作品を選択し、完成作品を見ることができる画面である。

同じく図 12 の下段の③は「3D 反射鏡の作り方」を説明したものである。

同じく図 12 の下段の④は「アプリの使い方」を説明したものである。このアプリケーションは作品の完成作品のみを三次元で表現するだけでなく、折り方チュートリアルの部分からプラスチックの反射鏡をしようして、気軽に誰もがスマートフォンで「折り紙」を三次元で体感し、楽しめることを魅力の一つとする。そのためにも、この説明画面はとても重要な役割を果たすと考える。

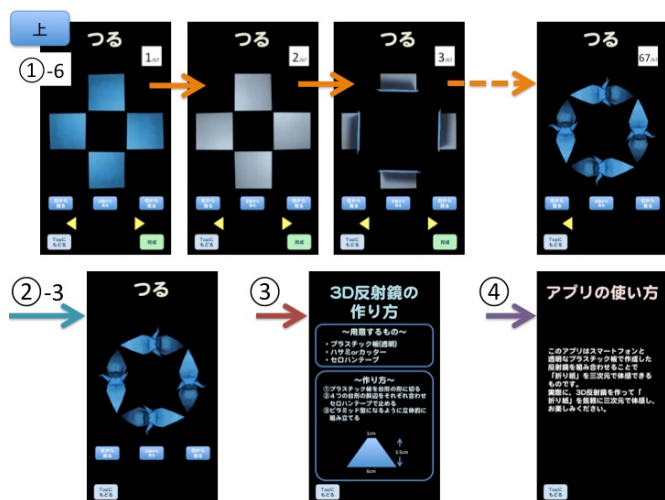


図 12 アプリ遷移図 3

Figure 12 Transition of application 3.

5.4 「折り紙」の撮影

「折り紙」のチュートリアルに用いる映像は、実際に「折り紙」の折る全ての段階を 4 方向から撮影する。図 6 は、プロトタイプで作成した「鶴」の折り方の画像、図 7 は三次元表現できる四分割に編集した画像である。

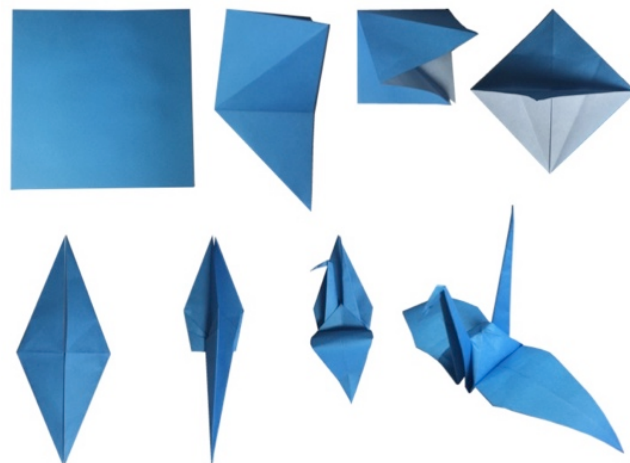


図 13 折り鶴の映像素材

Figure 13 Image of Origami crane.

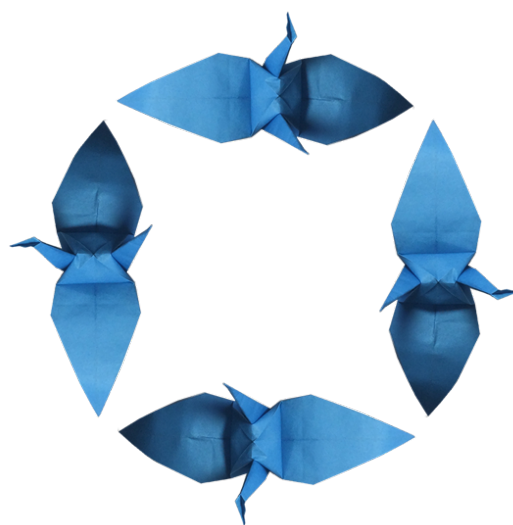


図 14 折り鶴の四分割表示

Figure 14 Image of tetrameric Origami crane.

6. 今後の課題

6.1 アプリケーションのリリース

今回の作成したプロトタイプの折り方チュートリアルは、正面から「折り紙」を撮影したもののみを紹介しているが、完成版では正面の他に上、左右の 4 方向から撮影し、アプリケーションに組み込むことを想定している。

また、プロトタイプでは「鶴」のみを紹介しているが、実際のアプリケーションでは、種類を豊富に用意することで、様々な「折り紙」を楽しむことができるものを目指す。

日本の伝承である「箱」「かぶと」を始めとする作品や立体的に見て楽しめるものを採用する。

6.2 販売促進などの二次利用

モバイルディスプレイとプラスチック板 4 枚で作成した四面鏡を組み合わせて表示する 3D 映像表現は、他の分野での応用も期待できる。

例えば、空港などのお土産屋さんなどでの販売促進ツールなどが考えられる。モバイルデバイスの画面の大きさに合わせてプラスチック板の反射鏡の大きさを変えることで三次元表現の大きさを変えることができる。

また、身近な素材で簡単に作れるため、小学校などでの体験学習や自由研究にも利用できると考えられる。

本システムは、単に「折り紙アプリ」としてだけではなく、幅広い利用を念頭に入れた多様な展開も今後の課題として検討したい。

6.3 反射板の素材と寸法の調査

販売促進などの二次利用に活用していくことを考えると、モバイルデバイスの大きさにより表示サイズを変えることができるように反射鏡の大きさを調整しなくてはならない。三次元表現を丁度よく表現するためには、反射版の大きさや素材は重要な要素である。

モバイルデバイスの表面とプラスチックの反射板の接触角度を保ったまま反射板を作成することができる、的確なサイズを提示することができるスマートフォンアプリケーションを作るために、試作を重ねる必要がある。

参考文献

- [1] 日本政府観光局(JNTO)
http://www.jnto.go.jp/jpn/statistics/visitor_trends/ (参照 2016/07/18)
- [2] 国土交通省観光庁 訪日外国人消費動向調査平成 28 年 7-9 月期の調査結果(速報) (平成 28 年 10 月 19 日)
<http://www.mlit.go.jp/common/001149545.pdf> (参照 2016/11/18)
- [3] 国土交通省観光庁 訪日外国人消費動向調査集計表 平成 28 年 7-9 月期
<http://www.mlit.go.jp/kankocho/siryou/toukei/syouthityousa.html> (参照 2016/11/18)
- [4] 東京おりがみミュージアム・日本折り紙協会
<http://www.origami-noa.jp> (参照 2016/11/21)
- [5] 田村友和,高井昌彰,高井 那美.
ユニット折り紙を用いた 3 次元メッシュモデルの近似形状構築, 研究報告グラフィクスと CAD (CG)
- [6] 宮崎慎也,安田孝美,横井茂樹,烏脇純一郎.
情報処理学会 仮想空間における折り紙の対話型操作の実現, IPSJ Journal
- [7] 北村勇也,岡誠
拡張現実を用いた折り紙の製作指導システムの提案, 研究報告ヒューマンコンピュータインタラクション (HCI)
- [8] 藤井友里子,来住仲子.
VRML を利用した折り紙ブラウザ, 情報処理学会研究報告ヒューマンコンピュータインタラクション (HCI)
- [9] 溝口達也,松原康夫.
仮想空間における折り紙シミュレーション,研究報告エンタテインメントコンピューティング (EC)