

多様な折り紙技法を活用したフレキシブルディスプレイにおける ジェスチャの導出

坂本 凌† 木下 雄一朗† 郷 健太郎†

山梨大学工学部コンピュータ理工学科†

1 はじめに

近年、E-inkディスプレイや有機ELなど様々なフレキシブルディスプレイが開発されている。それに伴い、新しいインタフェースの可能性として変形するディスプレイにもとづいたインタラクションが研究されている。Leeら [1] は、フレキシブルディスプレイの素材として紙、布、プラスチックを想定し、ジェスチャの導出を行っている。そして、素材ごとに適したジェスチャが存在することを明らかにした。また、Kinoshitaら [2] は、フレキシブルディスプレイの素材として、折り紙の平織り (Origami Tessellation) に着目した。平織りとは、紙を折ることによって幾何学的なパターンを平面に充填させる技法である。この研究では、平織りにより四角形を充填させた折り構造を採用し、より柔軟な形状変化が可能な「Origami Tessellation Display (OTD)」を提案した。更に、ユーザに地図アプリケーション (以下地図アプリ) を想定し、OTDのモックアップと従来の素材 (紙、布) を使用させ、ユーザ定義のジェスチャを導出した。その結果、OTDのインタラクションの多様性を示した。

本研究ではKinoshitaらの提案した四角形OTDとは異なる、新たな5種類の折り構造を用いたOTDを設計する。そして、ジェスチャ導出実験を行い、それぞれのOTDで可能なジェスチャの種類を明らかにする。これにより多彩なインタラクションが可能なOTDの設計を目指す。

2 OTDのインタラクションに関する調査実験

2.1 実験概要

本実験では、様々なOTDそれぞれに対するふさわしいジェスチャ及び利用方法について調査する。実験協力者にOTDのモックアップを用いて、提示される機能に対して最もふさわしいと思うジェスチャを行ってもらう。本実験で使用した5種類のOTDのモックアップ及び先行研究 [2] で用いられたOTDを図1に示す。各モックアップはA4サイズで白色に統制した。実験協力者は20代の大学生と大学院生18名である。実験協力者は実際に地図アプリを利用しているという想定でジェスチャを行った。地図アプリの機能は先行研究 [2] と同様、表1に示す8種類の機能を提示した。ユーザのジェスチャを調査するジェスチャ導出実験を行った後に、OTD利用方法に関する質問紙調査を行う。

2.2 ジェスチャ導出実験

ジェスチャ導出実験では、新たに提案した5種類のOTDに対して、ユーザが地図アプリの操作に用いるジ

User-generated Gestures for Various Types of Origami-based Deformable Surfaces

†Ryo Sakamoto, †Yuichiro Kinoshita, †Kentarō Go

†Department of Computer Science and Engineering, University of Yamanashi

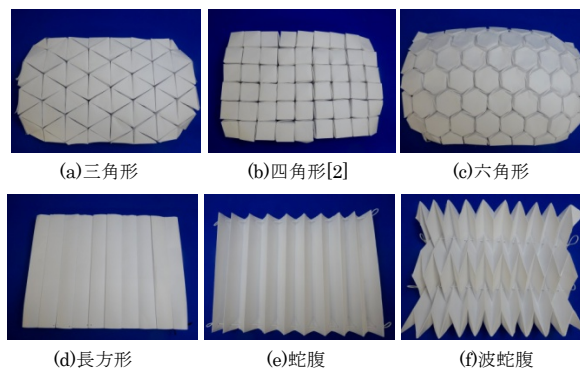


図1: 各OTDのモックアップ

表1: 地図アプリの機能

機能	意味
Pan(vertical)	地図を上下方向に移動させる
Pan(horizontal)	地図を左右方向に移動させる
Pan(oblique)	地図を斜め方向に移動させる
Zoom-in	地図を拡大する
Zoom-out	地図を縮小する
Address	特定の場所の住所を表示する
Satellite	航空写真表示に切り替える
Route	2点間のルートを検索する

ェスチャを調査した。まず実験協力者に5種類のモックアップのいずれか1つを渡した。次に、実験協力者は最大2分間OTDのモックアップを自由に使い、そのモックアップでどのような動きが可能かを確認する。そして表1の機能を1つ提示し、その提示された機能に対して自分が最もふさわしいと思うジェスチャを行うように教示した。この際、実験協力者は「自分が何を目的に、どのようなジェスチャを行っているのか、そしてその結果、表示がどのように変化するのか」を口に出して行った。その後、実験協力者は行ったジェスチャのふさわしさに対する自信の程度 (適正度 *pref*) を1-7の7段階のリッカート尺度で回答した。全ての機能に対するジェスチャが終了した後、別のOTDのモックアップで同様の作業を行った。

2.3 OTD利用方法調査

ジェスチャ導出実験終了後、地図アプリに適したOTD及びそれぞれのOTDの有効な利用方法について調べた。実験協力者は自由記述式の質問紙に回答した。質問はジェスチャ導出実験で用いた5種類のOTDのモックアップに加え、先行研究 [2] で用いられた四角形OTDおよび紙のディスプレイのモックアップを加えた計7種類を対象とした。質問内容は、「7種類のモックアップの中で最も地図アプリに適していると思うもの

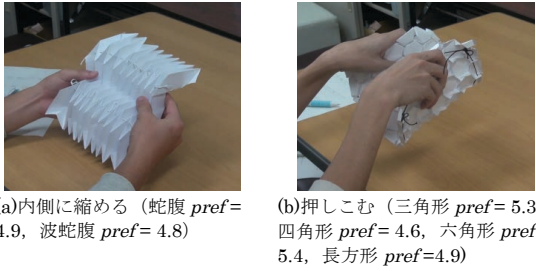


図2: 多く行われたジェスチャ

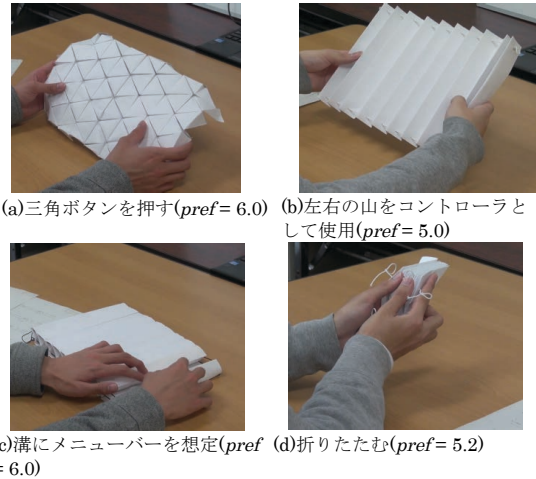


図3: 折り構造を活用したジェスチャ

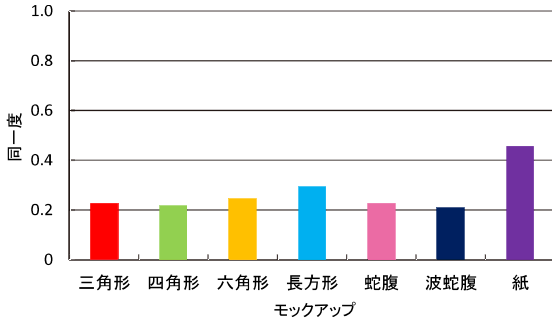


図4: 各モックアップにおけるジェスチャの同一度

は何か」「どのような変形が可能であれば地図アプリに適していると思うか」「7種類のモックアップそれぞれについて最も適していると思うアプリケーションは何か」の3項目である。

3 実験結果

3.1 導出されたジェスチャ

ジェスチャ導出実験により得られた、6種類のOTDで最も多く行われた変形を伴うジェスチャとその平均適正度 $pref$ を図2に示す。内側に縮ませる事のできる蛇腹、波蛇腹は「内側に縮める」。残り4つのOTDは「凹になるようにディスプレイを押しこむ」であった。これらは全てZoom-outの機能に対するジェスチャであり、この機能については観測されたジェスチャのパリエーションが限られていた。

また、各OTDの特徴を活用したと考えられるジェスチャの一部を平均適正度 $pref$ と共に図3に示す。図3(a)はPan(horizontal)の際に三角形のブロックを矢印に見立ててタッチジェスチャをしている。ブロックと

は、OTDの平面を構成する平織りの最小単位の事を指す。同様の機能に対して図3(b)は左右の山を物理的なコントローラとして使用している。図3(c)は開くと溝ができる事を活かして溝にメニューバーがあると想定している。また、図3(d)は蛇腹構造を活かして完全に折りたたむジェスチャをしている。

3.2 OTD利用方法調査

質問紙調査では、18名中16名が、蛇腹、波蛇腹以外で折られたOTDが地図アプリに適していると答えた。また、18名中12名の実験協力者がディスプレイの変形方向の自由度が高いと、地図アプリに適していると答えた。その際、「伸ばす」「縮める」「折る」など多彩な変形が可能であると、より適していると答えた者もいた。また、OTDを利用した新たなアプリケーションとしてブロックに写真やカレンダーなどを映し出すなど、ブロックを利用した意見が挙げられた。

4 考察

ジェスチャの多彩さを定量的に分析するために、Wobbrockら [3] を参考に、以下の同一度 I を定義した。

$$I = \sum_{P_i=P_r} \left(\frac{|P_i|}{|P_r|} \right)^2 \quad (1)$$

ここである機能 r に対して行われたジェスチャ数を P_r 、機能 r に対して定義されたジェスチャ i の出現回数を P_i とする。各ディスプレイの各機能に対する同一度の平均を図4に示す。波蛇腹が最も同一度が低く、多彩な入力操作が可能であることがわかった。しかし、他のOTDの同一度も紙と比較すると同程度に低い。また、各OTDの中で長方形の同一度が最も高い結果が得られた。これは三角形及び六角形は上下に変形が可能であり、蛇腹及び波蛇腹は内側に縮める変形が可能であることに対して、長方形はそれらの変形が不可能であり、自由度が低いためであると考えられる。また、波蛇腹は多彩なインタラクションが可能ではあるが、OTD利用方法調査により、波蛇腹を使いたいと考える人は少ないことがわかった。これは、コンテンツの表示に平面が求められているからであると考えられる。

5 おわりに

本研究では新たに5種類の形状のOTDを提案し、それぞれにふさわしいジェスチャを導出した。また、OTD利用方法調査により、OTDの新たな利用方法を提示した。

参考文献

- [1]Lee, S., Kim, S., Jin, B., Choi, E., Kim, B., Jia, X., Kim, D., Lee, K., How users manipulate deformable displays as input devices. Proc. CHI 2010, pp. 1647–1656 (2010).
- [2]Kinoshita, Y., Go, K., Kozono, R., Kaneko, K., Origami tessellation display: Interaction techniques using Origami-based deformable surfaces. Ext. Abstracts CHI 2014, pp. 1837–1842 (2014).
- [3]Wobbrock, J.O., Aung, H.H., Rothrock, B., Myers, B.A. Maximizing the guessability of symbolic input. Ext. Abstracts CHI 2005, pp. 1869–1872 (2005).