

タッチパネルにおける円の描画操作に関する検討

蟻浪 卓^{1,a)} 鈴木 優^{1,b)}

概要：本研究では、タッチパネルで円を描画する最適な手法について検討する。我々は最適な描画手法を明らかにすることで、グラフィックを扱うアプリケーションの利便性を向上させることができると考えた。円の描画手法を検討する実験を行った結果、最も正確に円を描ける手法は「円の直径の一端をタップし、そこから直径の長さだけドラッグする操作」であることが明らかになった。

An Exploration of the Circle Drawing Method on Touch Panel

SUGURU ARINAMI^{1,a)} YU SUZUKI^{1,b)}

Abstract: In this study, we consider the most appropriate method for drawing a circle on a touch panel. We thought that revealing the appropriate method makes graphics applications more convenient. We conducted an experiment to reveal the best drawing method on the touch panel. The result indicated the most precise method is that: “Tap the end of the direct line, and drag the length of the direct line”, “draw a circle freehand”, and “Tap the end of the direct line, and drag the length of the direct line” are the candidates of the most appropriate method.

1. はじめに

画像編集ソフトなど、コンピュータ上でグラフィックを扱うアプリケーションの多くには、円を描画するための機能が備わっている。近年ではスマートフォンやタブレット向けにもそれらのアプリケーションが開発されており、タッチパネル上で指を動かし、図形を描画する操作を行う場面も増加した。円の描画手法には様々なものがあり、アプリケーションによって実装されている手法は異なる。

描画すべき円の条件によって、適した描画方法は異なると考えられる。そこで我々は、タッチパネルで円を描画する最適な手法を明らかにすることで、グラフィックを扱うアプリケーションの利便性を向上させることができると考えた。本研究の目的は、指でタッチパネルを操作して円を描画する場合、どのような操作がより素早く、より適当な円を描くことができるかを実験により明らかにすることである。

2. 円の描画手法

我々は、円の数学的特性を基に、次の5つの円の描画手法を考えた。図1はそれぞれの操作を図示したものである。

- (a) 円の中心をタップし、そこから半径の長さだけドラッグする
- (b) 円の直径の一端をタップし、そこから直径の長さだけドラッグする
- (c) 円に外接する正方形の任意の角1つをタップし、そこから対角までドラッグする
- (d) 円周上の任意の3点をタップする
- (e) フリーハンドで円を描画する

我々はこれらの他にもいくつかの手法を考えたが、実用的でない、または上記の(a)~(e)のいずれかに似通っていると判断し、本論文では扱わなかった。なお、本実験で対象

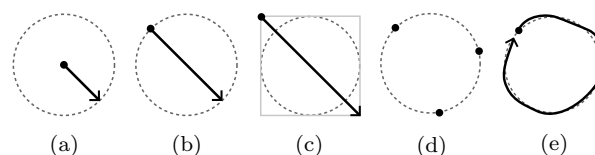


図1 各操作の図

¹ 宮城大学
Miyagi University
^{a)} p1322004@myu.ac.jp
^{b)} suzu@myu.ac.jp

とする操作は、タッチパネルの基本的な入力であるシングルタッチによるもののみであり、マルチタッチによる入力は対象外とした。

3. 円の描画手法に関する実験

3.1 実験の対象となる円の描画手法

我々は円の描画手法の特性や優劣を分析するため、iPadを用いた実験を行った。実験の対象とした描画手法は、2章で示した(a)～(e)の5つである。

3.2 実験のタスク

実験の内容は、2章で示した5つの操作それぞれで、次の7種の条件の円を描くというものである。

- (1) 赤い点を中心、青い線分を半径とする円（赤い点と青い線分が表示される）
- (2) 青い線分を直径とする円（青い線分が表示される）
- (3) 正方形に内接する円（正方形が表示される）
- (4) 円周が3点を通る円（3つの点が表示される）
- (5) 青い円に重なる円（青い円が表示される）
- (6) 手本と同じ円（画面左側の枠に表示される円を右側の枠に書き写す。グリッド無し）
- (7) 手本と同じ円（画面左側の枠に表示される円を右側の枠に書き写す。グリッド有り）

(1)～(5)の条件は、2章で示した(a)～(e)の操作に対応している（例：中心と半径を指定して円を描画する(a)の操作には、(1)の条件が対応している）。これらは、それぞれの制約がある状況下での円の描画をシミュレートしたものである。(6)、(7)は制約の無い状態で、思った通りの位置、大きさの円を描画する場合をシミュレートしている。(6)は円を描画する場所に図や柄などが無い場合、(7)はそれらがある場合を想定したものである。

3.3 評価方法

この実験から得られるデータは次の3種類である。

- 描画すべき円と実際に描画した円との差異の度合い
- 問題が表示されてから被験者が円を描画し始めるまでの時間
- 被験者が円を描画し始めてから描画し終わるまでの時間

被験者それぞれのデータを、3.2節で示した条件ごとに標準化し、その結果について、被験者全体の平均を求める。この結果と実験の様子を記録した映像、実験後に被験者に対して行ったアンケートの3つを分析に用いる。

3.4 実験結果

表1は、描画すべき円と実際に描いた円との差異の度合いについての結果である。表の列は2章で示した描画手法(a)～(d)に対応しており、行は、3.2節で示した条件(1)～

表1 描画すべき円と実際に描画した円との差異の度合い

	(a)	(b)	(c)	(d)	(e)
(1)	0.758	0.617	-1.223	-0.273	0.122
(2)	-0.017	0.982	-0.964	-0.183	0.183
(3)	-1.100	0.739	0.383	0.205	-0.227
(4)	-0.759	0.532	-0.764	0.883	0.109
(5)	0.758	0.617	-1.223	-0.273	0.122
(6)	-0.288	0.549	-0.883	0.281	0.341
(7)	-0.075	0.302	-0.638	-0.266	0.665
平均	-0.103	0.619	-0.759	0.053	0.188

(7)に対応している。なお、差異が小さいものほど表中の値は大きくなっている。

3.5 考察

表1について、平均値が最も大きい描画手法は(b)であった。また、(1)～(7)の全ての条件において(b)のものが1番または2番目に大きな数値であった。このことから最も適当な円を描画することができる手法は、“円の直径の一端をタップし、そこから直径の長さだけドラッグする操作”であると考えられる。問題が表示されてから被験者が円を描画し始めるまでの時間が最も短いのは、“フリーハンドで円を描画する操作”であった。また、被験者が円を描画し始めてから描画し終わるまでの時間が最も短いのは、“円の中心をタップし、そこから半径の長さだけドラッグする操作”であった。我々はこの3つの操作を、タッチパネルで円を描画する最適な手法の候補とした。

4. 関連研究

意図した通りの図形を描画する手段についての研究は過去にも行われている。入力された線や図形をコンピュータが解釈し、整形するシステム[1][2]があるが、本研究は入力後の処理ではなく、入力方法そのものに注目しているという点で、これらの研究とはアプローチが異なる。

5. まとめと今後の展望

我々は、タッチパネルで円を描画する最適な手法を明らかにするための実験を行った。実験の結果から、“円の直径の一端をタップし、そこから直径の長さだけドラッグする操作”、“フリーハンドで円を描画する操作”、“円の中心をタップし、そこから半径の長さだけドラッグする”の3つを最適な手法の候補であるとした。今後は、実験結果を詳細に分析していく。

参考文献

- [1] 五十嵐 健夫, 河内谷 幸子, 松岡 聡, 田中 英彦: 正確な図を描くことのできる描画システム, 全国大会講演論文集, pp.425-426 (1997)
- [2] 松田 浩一, 近藤 邦雄: 手書き図形入力のための時系列情報を利用した逐次清書法, 全国大会講演論文集, pp.594-601 (1999)