

タブレット端末での階層的項目選択のためのフリックメニュー A Hierarchical Flick Menu Interface for Tablet Computers

近藤 敦美

Atsumi Kondoh

法政大学情報科学部コンピュータ科学科

E-mail: atsumi.kondoh.9t@stu.hosei.ac.jp

Abstract

Since the first release of iPad in 2010, the use of tablet computers has been becoming widespread because of their portability and quick availability, building its position as an intermediate type of computer between personal computers and smart phones. This paper proposes a menu interface for tablet computers. Based on the Pie Menu, the menu aims at enabling users to perform quick choices and decreasing the number of erroneous choices. The menu has three characteristics: (1) it uses tap and flick gestures; (2) it is always divided into eight items; (3) it keeps showing past choices for feedback. The result of preliminary experiments showed that the accuracy of the menu selection was more than 95 % and that, although the quick operation was possible, the accuracy became lower in exchange for quicker choices.

1. まえがき

タブレット端末は、2010年の第一世代 iPad 発売以降、その可搬性や即時起動性からパーソナルコンピュータ(PC)とスマートフォンの中間に位置する端末として世界中で広く利用されている。総務省の調査 [1] によると日本国内での普及率は 2014 年 3 月時点で 21.9 パーセントであり、現在も利用規模拡大を続けている。

タブレット端末におけるユーザインタフェースは PC を基にしている部分が多い。しかし、タブレットは PC と異なり、指を用いて直感的な操作を行うことができる。具体的には、表示アイコン等に指で触れる「タップ」、紙ページを捲るように指を画面上でスライドさせる「スワイプ」、短く特定の方向に線を描く「フリック」等がある。

現在のタブレット端末に複雑なメニューは実装されていない。しかし、将来的にタブレット端末向けインタフェースの「正確性」と「速さ」がより洗練され、複雑なメニューも提供できるようになることで、PC に換わる存在となる可能性があると考えられる。

過去に提案された PC 向けメニューの中で、タブレット端末に適していると考えられるものに、カーソルを中心として項目を円状に表示する Pie Menu がある。Pie Menu の利点は、中心から各項目までの距離が全て等しく短いために素早く選択できること、通常のメニューと比較してミスが減少すること、一筆書きの様な直感的操

作で選択が可能となることである。Pie Menu にはスタイラスによる入力に適していることが知られており、これはタブレット端末での指での入力と似通っていることから、タブレット端末でも Pie Menu に同様の効果が見込めるのではないかと考えられる。

また、タブレット端末には角度で選択を行う方法として、既にフリックと呼ばれる指を左右上下に払う選択方法が存在し、主に日本語文字入力に利用されている。しかし、Pie Menu と異なり、フリックは階層的な入力には対応していない。

本論文では、この Pie Menu とフリックの 2 つを組み合わせた、より素早く正確な入力が可能な階層的項目選択のためのインタフェースであるフリックメニューを提案する。これはタブレット向けの円形メニューであり、角度選択と操作単純化により正確性の向上を図り、予備動作不要な操作や項目位置の意識不要な配置により速度の向上を図ったものである。

2. 関連研究

Pie Menu [2] [3] は 1960 年代末に生まれた円形メニューであり、特にスタイラス入力に適している。前述の通り、中心から各項目までの距離が全て等しく短いため、Fitts の法則 [4] により、通常の縦横並びのメニューよりも素早く選択することができる。また、項目を角度で判断するため、線形メニューよりもミスが少なくなる。また、一筆書きのような直感的操作で入力が可能という特徴がある。

Marking Menu [5] [6] [7] は 1994 年に Kurtenbach らにより提案された、スタイラス入力を想定した円形メニューである。Pie Menu の応用のひとつであり、Pie Menu の利点を受け継ぎながら改良がなされている。具体的な相違点は、カーソルの軌跡を残すこと、カーソルが止まった位置に次のメニューを展開すること、選択を完全に角度のみで行うことで項目の表示位置を考慮する必要がないことである。以上の改良の結果、Pie Menu と比較して入力が更に文字や記号を書く感覚に近いものとなっている。また、慣れることで素早い入力が可能となることも利点のひとつである。

Arc Menu [8] は 2014 年に木谷らにより提案された、メモアプリのためのスワイプ操作を想定した円形メニューである。タブレットで実装されており、形状は Pie Menu と似通っている。中央が透明で書き出し位置が分かり易い、手の部分が空白で全項目が一度に目視可能、指付近にメニューが展開されるので動線が短い等の特徴がある。

ただし素早い入力には重視しておらず、また階層的な入力には未だ問題がある。

3. 提案手法

本論文では、より素早く正確な入力が可能な、階層的項目選択のためのフリックメニューを提案する。ここで言う階層的項目とは、サブメニューを必要とする選択のことである。本提案手法は Pie Menu をベースとし、タブレットに合わせた付加要素を実現する。具体的には

- (1) メニュー中心部でフリックを行うことで選択する
- (2) 全方位を最大で 8 分割する
- (3) 過去に選択した項目を内側に表示しフィードバックする

の 3 点である。

イメージを以下に図 1 として示す。

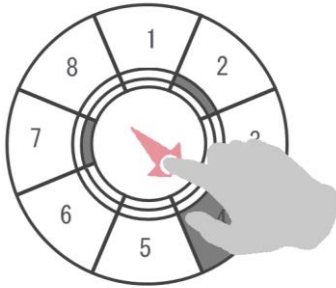


図 1 提案手法のイメージ

3.1. 利点

3.1.1. フリック操作の利点

本メニューでフリックを採用した理由は、既にフリック操作に慣れたユーザが多い、操作がシンプル、入力時間の更なる短縮が見込める、2 階層目の角度制限がなくなるという 4 点である。

第一の理由は、既にフリック操作に慣れているユーザが多いからである。ユーザの多くはタブレットでの日本語入力にフリックを利用している。他にも、ウェブ画面のスクロール等もフリックで行うことができるので日常的な利用者は多い。

第二の理由は、スワイプと比較して操作がシンプルになるからである。中央でフリックするだけなので、動線を意識する必要が無く、操作が単純になり分かりやすい。また、項目をなぞる必要がないので、よく使う機能は「上、下、右」等の単純なコマンドで覚えておき、すぐに呼び出すことができる。また、安定していない場所でも、指一本でも操作出来るため、様々な環境で予備動作なく操作可能である。

第三の理由は、入力時間の更なる短縮が見込めるからである。フリックはスワイプよりも指でなぞる距離が短い。そのため、更なる選択時間短縮が見込める。また、深い階層でも、選択時に指を動かす距離が変化しないことから、複数階層ある場合はより時間の短縮が出来ると思われる。

第四の理由は、2 階層目の角度制限が無くなるからである。Pie Menu, Marking Menu, Arc Menu では前回選択した項目の位置によっては次階層で使用できない角度が発生してしまう。しかし、フリックで選択毎に指を軽く画面から離すことで、メニューに使用できる角度の制限がなくなる。

3.1.2. 全方位 8 分割の利点

本メニューではサブメニューの最大分割数を 8 としている。その理由は、感覚的に操作しやすい、指での曖昧性がカバーできる、覚えやすいという 3 点である。

第一の理由は、感覚的に操作しやすいからである。上・下・左・右・左上・右上・左下・右下の 8 方向は日常的にも方角や八卦等でしばしば目にするのでイメージしやすい。

第二の理由は、指での曖昧性が 8 方位であればイメージでカバーできるからである。日常と密接に関わる方位として Marking Menu では時計のような 12 方位で性能が向上していたが、指での操作はマウスやペンでの操作以上に座標が曖昧になりやすい。その為、12 方位は現実的ではない。また、水平や垂直方向へのフリックは他方向と比較してもぶれが少ない。そこを基軸に斜め 4 方位であれば十分カバーできると考える。

第三の理由は、覚えやすいからである。角度ではなく言葉でも覚えられるので、よく使うものを単純なコマンドとして記憶することが出来る。

3.1.3. 過去選択フィードバックの利点

本メニューでは、過去に選択した項目を内側に表示している。その利点は、過去の選択を視覚的に残すことで、自分が階層メニューのどの段階にあるのか判断し易い、また誤選択にすぐ気付くことができる点である。

3.2. 既存メニューとの比較

関連研究と本研究の類似点と相違点を以下にまとめる。ただし、Pie Menu は本研究を含め、全てのベースとなっていることから今回比較対象から外している。

(1) Marking Menu との比較

類似点は、選択が角度のみに依存する点、上級者は素早い入力が可能な点である。相違点は、実装を PC ではなくタブレット端末で行う点、それに伴い操作をフリックで行う点、移動の軌跡を残さない点である。フリックはスワイプやドラッグと比較して圧倒的に操作時間が短い。その為、自分の現在地点のフィードバックは不要だと考える。

(2) Arc Menu との比較

類似点は、タブレットで実装された Pie Menu を基にした円形メニューという点である。相違点は、操作をスワイプではなくフリックで行う点、操作の分かりやすさより素早さを重視した点である。

3.3. 画面の遷移

画面表示は図 2 のように遷移する。左上から①初期画面、②画面を一度タップした状態(1 階層目のメニューを展開)、③中心部で 1 度フリックを行い、項目を選択した状態、④2 階層目のメニューを展開した状態である。ま

た、3 階層目のサブメニューを選択し 4 階層目を表示した状態を図 3 に示す。

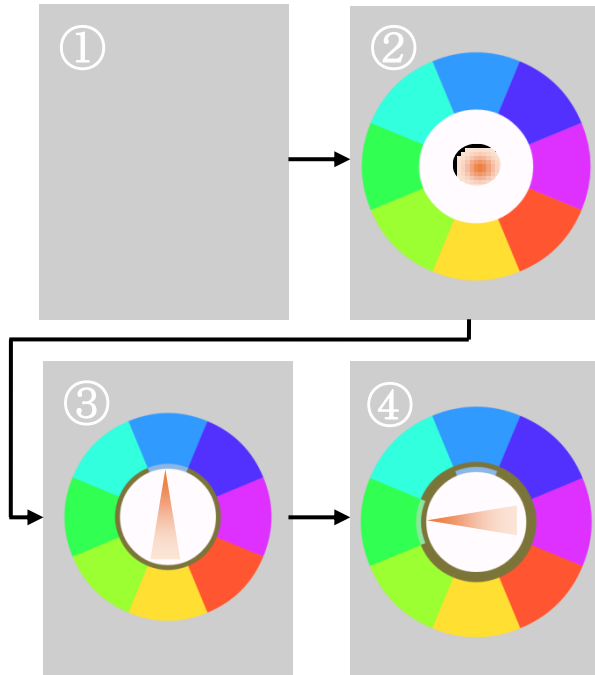


図 2 提案手法の流れ

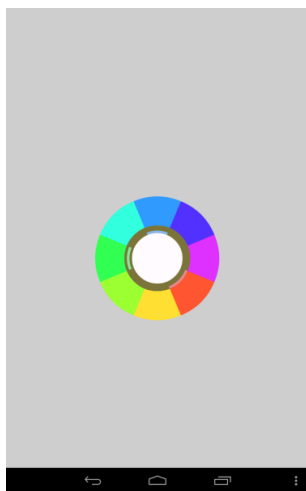


図 3 4 階層目のサブメニューを表示した状態

4. 実装

実装には統合開発環境である Processing を用いた。実験機は 7 inch ディスプレイを持ち、Android 4.4.4 で動作するタブレット型コンピュータ Nexus 7 (2013) である。

メニューの動作は以下の通りである。

1. 最初のタップで 1 段階目のメニューを表示する。
2. 一度手を画面から離し、2 回目に触れた点をフリックの始点として、baseX と baseY に保存する。

3. 画面上を特定の方向になぞった後、指が画面から離れた点とフリックの始点 baseX と baseY で atan2 を取り、フリックの角度をラジアンで決める。この時、値が負になると描画方法や判定方法とずれてしまうため、値が負の場合には 2π を足して正にしている。
4. 指を離れた時点で選択項目が確定するため、配列 choice に選択した数を格納し、次のサブメニューを表示する。

5. 評価実験

実装したフリックメニューの評価の為に著者自身による実験を行った(図 44)。

評価は 1~3 の階層(0~2 のサブメニュー)を持つメニューで行っている。項目の位置や名称は評価点と無関係なため、項目は色でのみ表現した。本実験では最初に画面をタップしメニューを表示してから、最終階層のフリックで指が離れた時までの時間を計測する。以下はそれぞれ正確性と選択速度に着目して実験結果をまとめたものである。

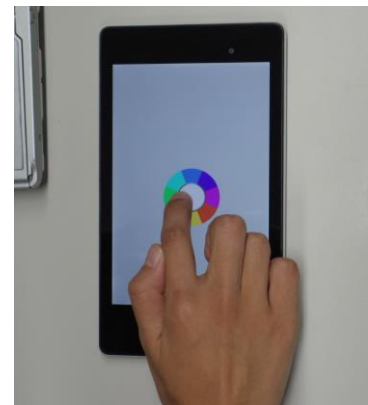


図 4 実験中の様子

5.1. 正確性

各階層 300 回ずつ、合計 900 回試行した。結果を表 1 に示す。3 階層目の最後の選択でミスをした場合も、目的の選択が行えなかったとして、その操作自体をミスとして扱っている。

表 1 操作の正確性(%)

| | 1~50 | 51~100 | 101~200 | 201~300 |
|------|-------|--------|---------|---------|
| 階層 1 | 100.0 | 96.0 | 97.0 | 95.0 |
| 階層 2 | 94.0 | 96.0 | 97.0 | 96.0 |
| 階層 3 | 96.0 | 94.0 | 99.0 | 93.0 |

1 階層のメニューでは 96.6% の 290 回、2 階層では 96.0% の 288 回、3 階層では内 95.6% の 287 回、全体では 96.1% の 865 回正しい選択を行うことができた。1~50 回目と 201~300 回目を比較すると数値が減少していることから、操作に慣れると正確性は低下するといえる。また、

1 階層と 3 階層のメニューを比較して、正確性にほとんど変化がないことから、階層が増加しても性能が低下してはいないといえる。

間違いの傾向としては、35 回中 34 回は隣の選択肢、1 回は前選択の対角を選んでいった。また、垂直水平を斜めと選択したものが 16 回、斜めを垂直水平として選択したものが 19 回であり、垂直水平と斜めで選択の正確性に差は見られなかった。

2 階層のメニューの場合、前後の選択ミスはそれぞれ 2 回と 10 回で、圧倒的に後の選択肢のミスが多かった。同様に、3 階層のメニューの場合、前中後の選択ミスはそれぞれ 3 回と 3 回と 6 回で、こちらも後の選択肢でのミスが最も多かった。

5.2. 選択速度

結果は図 55 の通りとなった。

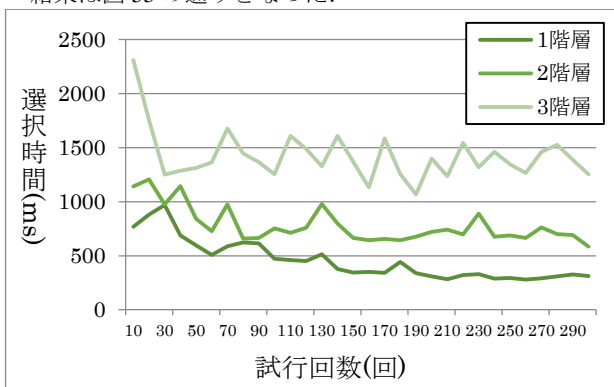


図 5 選択速度

各階層の平均選択時間は、1 階層のメニューで 454ms、2 階層のメニューで 780ms、3 階層のメニューで 1421ms だった。2 階層と 3 階層のメニューでは 1 回の選択あたり 390ms と 473ms となる。これは 1 階層のメニューの選択時間と変わらないことから、階層数と選択時間は比例の関係にあることが分かる。また、1~50 回目と 201~300 回目を比較すると数値が減少していることから、操作に慣れると選択速度が向上するといえる。

6. 考察

6.1. 正確性の考察

前述の表の通り、操作に慣れると正確性は低下した。正確性減少の主要因は、感覚との誤差にある。慣れにより素早い操作が可能になると、画面切り替えの速度が上がる。そのため、画面のメニューを注視することができない。よって、位置の把握は視覚ではなく感覚に頼ることとなる。今回の実験では、感覚と実際の位置との誤差が、正確性の減少となって表れたと考えられる。

また、複数階層のメニューの場合、後の選択肢でのミスが多かった。これは、2 層目以降の選択開始位置が、メニューの中心ではないことが原因である。1 度目のフリック後、手を離す位置は中心から任意の方向に若干ずれる。これにより、感覚と開始位置がずれる。そのため、

次のフリックで角度が前後して隣の項目を選択してしまっていた。

対策として、指を毎回中心まで戻す、補助線を引く、選択頻度の高い項目は前回の選択と似た方向に寄せる等が考えられる。しかし、指を中心まで戻す場合は選択時間の増加に繋がるため、検討が必要である。

6.2. 選択速度の考察

前述の通り、本メニューは階層数が増加しても 1 階層当たりの選択時間は変化しなかった。これは、角度のみで選択を行うためである。どの段階にあっても、中心での短いフリックで項目が選択可能であり、階層数が増えても動線は変化しない。また、選択時間はどの階層でも 50 回前後を境界として急激に短縮された。その理由は、項目位置の暗記がほぼ完了し、画面を見ずとも入力可能な状態にあったからであると考えられる。

7. むすび

本論文では、角度選択と操作単純化により正確性の、予備動作不要な操作や項目位置の意識不要な配置により速度の向上を図ったタブレットのための向け円形メニューの提案を行った。今回提案したメニューは、1~3 階層の場合、各階層 95%以上の正確性と 1 階層あたり 450ms 程度という素早い操作が行えた。しかし、慣れによる速度上昇と引き換えに正確性は低下するなど、今後も検討が必要である。

文 献

- [1] 総務省, "平成 25 年通信利用動向調査," 27 June 2014.
- [2] D. Hopkins, "The Design and Implementation of Pie Menus," *Dr. Dobbs Journal*, vol. 16, no. 12, pp. 16-26, December 1991.
- [3] G. Kurtenbach, "Notes on the History of Radial menus, Pie menus and Marking menus," 2004.
- [4] P. M. Fitts, "The information capacity of the human motor system in controlling the amplitude of movement," *Experimental Psychology*, vol. 47, no. 6, p. 381-391, June 1954.
- [5] G. Kurtenbach and W. Buxton, "User Learning and Performance with Marking Menus," Toronto, 1994.
- [6] G. Kurtenbach, A. Sellen and B. Buxton, "An Empirical Evaluation of Some Articulatory and Cognitive Aspects of Marking Menus," *Journal of Human-Computer Interaction*, vol. 8, no. 1, pp. 1-23, March 1993.
- [7] G. Kurtenbach and B. Buxton, "The Limits of Expert Performance Using Hierarchic Marking Menus," *ACM Conference on Human Factors in Computing Systems*, pp. 482-487, 1993.
- [8] 木谷篤, 中谷多哉子, "手書きノートアプリケーションに用いられるメニューデザインの使用性の評価," ソフトウェア・シンポジウム, 2014.