

小型タッチ画面における片手親指の操作特性

松浦 吉祐† 遠藤 裕貴‡ 郷 健太郎*

山梨大学工学部† 山梨大学大学院医学工学総合教育部‡ 山梨大学総合情報処理センター*

1. はじめに

PDA などの高性能な小型情報端末では、タッチ画面が多く用いられており、スタイラスでの操作が一般的である。スタイラスでの操作では、一般的に両手を使う必要があるが、実際のモバイル状況では片手がふさがることが多く、また、両手で端末を持った状態で歩くことは困難である。このような状況では、携帯電話のように片手親指で利用できることが望まれると考えられる。また実際に、片手親指操作を想定したインタフェースも提案されている[1]。

しかし、スタイラスでの使用を前提にしたインタフェースでは、目標物が非常に小さいため、そのまま片手親指で使用することは困難である。そこで、片手親指での使用に適したインタフェースを検討する必要がある。その際には使用状況での操作特性を考慮しなければならない。しかし従来研究では、大型タッチ画面での人差し指操作や、小型タッチ画面でのスタイラス操作の特性調査が主であり、片手親指での操作特性については調査がなされていない。そのため、小型タッチ画面端末の片手親指のためのインタフェース設計指針が完備されていないのが現状である。

そこで本研究では、ポインティングタスクにおける、ボタンサイズと初期位置からの距離が、ポインティング時間とポインティング精度に与える影響を実験により調査することで、この使用状況での操作特性を明らかにし、インタフェースの設計指針を得ることを目標とする。以下では、従来研究に従って、GUI におけるポイントオブジェクトを一般化してボタンと呼ぶ。

2. 実験方法

本実験で行ったタスクでの 1 試行の操作フローは、(1) 初期位置に親指を置くとボタンが提示されるので、(2) それを選択し、(3) 初期位置に指を戻す、というものである。この試行をボタンサイズとボタン位置を変えながら繰り返し、このタスクをタッチ画面での代表的な入力法であるタップとドラッグの 2 種類について行った。

指の初期位置として画面の中心に 10mm×10mm の正方形を表示した。提示するボタンは表 1 に示す 5 種類であり、そのサイズは 10mm×10mm の正方形を 1 とする相対面積で表す。これらのボタンを相互に 15mm ずつ離れた 16 箇所の丸の位置にボタンの中心をおいて表示した(図 2)。ボタン種類(5) × 位置(16)の合計 80 個のボタンをランダムな順序で提示した。背景とボタン内部は白色、ボタンの枠と初期位置の内部・枠は黒色にした。ボタンが指に隠れて見えなくなってしまう問題を回避するため、

黒い補助十字をボタンが表示されてから親指が動き出すまでの間だけ表示した。また、ボタンが現れるタイミングを予測できないように、指が初期位置に置かれてからボタンが表示されるまでの間隔を 0.5~2.0sec の間でランダムに変更した。選択点の決定方法は、Take-off 方式で採用されている方式に従い、指が離れた時とした。そして指を離れた際、ボタンを選択できていたかどうかを音で知らせた。

表 1: ボタンの形状

相対面積 S	1/8	1/4	1/2	1	2
一辺の長さ(mm)	3.5	5.0	7.0	10.0	14.0

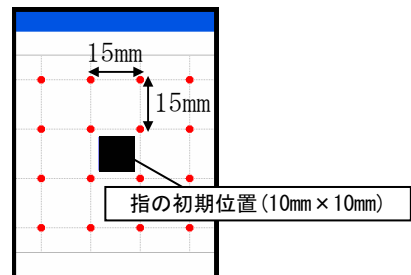


図 2: PDA 画面上のボタン位置と親指の初期位置

実験用アプリケーションを Microsoft Visual C# .NET 2003 を用いて作成し、実験環境を HP iPAQ hx4700 PocketPC (画面サイズ 4 インチ) に構築した。被験者は 12 名で全員右利きであり、コンピュータの使用経験は豊富だったが PDA の使用経験はほとんどなかった。

被験者は椅子に座って、机に腕をおき PDA を片手に保持して実験を行った。持ち方はできるだけ固定してもらい、純粹に親指の動きだけの性能を調査した。被験者にはできる限り早く正確にタスクを行うことと、届かないボタンはできるだけ近いところを押すことを指示した。

練習セッションとして 30 試行を行った後、本番の実験として 40 試行ずつ 2 セッションに分けて行い、これをタップとドラッグの 2 タスクで行った。タスクの順番は被験者間でランダムにした。各セッションの間には 3 分間の休憩を行った。実験の最初と各セッション間に、画面中心でのタップのずれと 4 隅への可動範囲を測定した。また、各タスク終了後に 7 段階リッカート尺度による質問紙に記入してもらい、両タスクが終了後にも質問紙調査を行った。実験から得たデータはボタン提示から選択までのポイント時間、ポイント位置である。分析の際には、ボタン領域内を選択できなかった場合でも、明らかな失敗や、端末の誤認識と思われるデータのみ除外した。

3. 実験結果

3.1 ポインティング時間

ボタンサイズとポインティング時間の関係を図 3 に、ボタン位置とポインティング時間との関係を図 4 に示す。なお、図 4 は円が濃く大きいほどポインティング時間が

長いことを表しており、また四角形で示された領域は可動範囲の平均を、十字は中心点でのタップのずれの平均を表している、図 3 より、タップ・ドラッグ両方でボタンサイズとポインティング時間の間に指数的な関係が認められる。また、ボタンサイズが 0.5 よりも小さくなると急激にポインティング時間が長くなっている。また図 4 より、画面右上から左下にかけての対角線方向のポインティング時間が短いことがわかる。

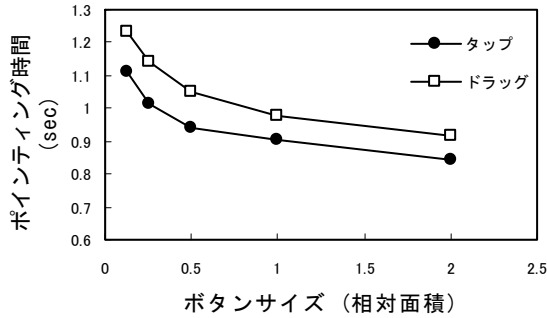


図3：ボタンサイズとポインティング時間

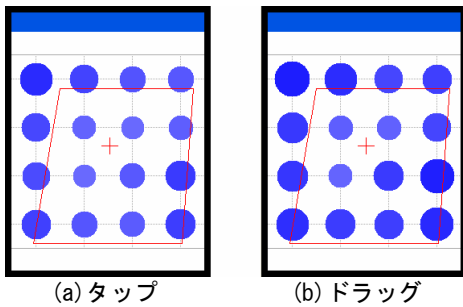


図4：ボタン位置とポインティング時間

3.2 ポインティング精度

ボタンサイズとポインティング精度の関係を図 5 に、ボタン位置とポインティング時間との関係を図 6 に示す。なお、図 6 は円が濃く大きいほど成功率が高いことを表す、図 5 から、ボタンサイズが増大するにつれポイント精度が 100% に近づくことがわかる。また、ポインティング時間の場合と同様に、ボタンサイズが 0.5 より小さくなると精度が急激に低下している。図 6 を見ると、タップの場合、ポインティング精度は指がほとんど届かなかった左上を除けば全体的に良好である。それに対してドラッグの場合、左端及び上端でのポインティング精度が極端に低くなっている。

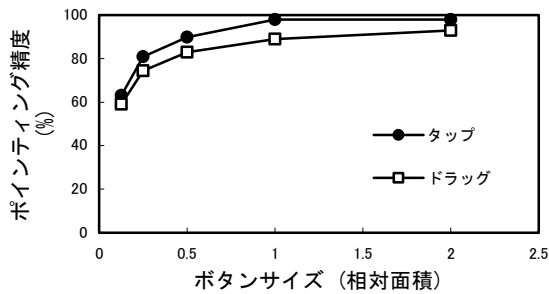


図5：ボタンサイズとポインティング精度

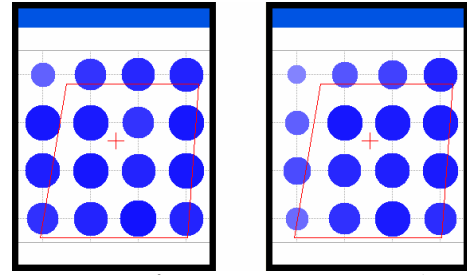


図6：ボタン位置とポインティング精度

4. 考察

実験の結果から、片手親指用のインターフェースでは、ボタンサイズを少なくとも 0.5 以上にすることが望ましいといえる。これは人差し指の大型タッチ画面による操作[2]に比べて小さい結果になった。主に腕の動きで操作する大型のタッチ画面に比べて、親指での操作のほうが精密で素早く操作できるからだと考えられる。また、親指は付け根を基点とした弧の動きを素早く行っていたと考えられる。

今回実験で使用した PDA はスタイラス用であったため、タッチ画面が大きく、画面左上はほとんどの被験者において届いていなかった。また、画面下や右方向には画面端まで指が届いていたにもかかわらず、実際の稼動範囲測定では画面端から 5~10mm 離れた位置になっていた。これは指の接触領域が点でないためであると考えられる。これらの結果から、画面端から 5~10mm の範囲にボタンを配置することは避け、入力範囲は稼動範囲の平均から得られた横 40mm×縦 50mm 程度にすべきであると考えられる。

また、被験者からは指の接触面が大きいため現在どこをさわっているかわかりづらいという意見が多く挙げられた。このことから、現在選択しているボタンをハイライトするなどして、ユーザに視覚的フィードバックを与えることでポインティング精度を上げられると考えられる。

5. おわりに

本稿では小型タッチ画面端末における片手親指でのポインティング操作特性をいくつか明らかにした。これによって片手親指操作の小型タッチ画面におけるインターフェースの設計指針として次の 4 点を得た。

- ボタンの大きさを 7×7mm 以上にする
- 画面端から 10mm の範囲にはボタンを配置しない
- 入力範囲は横 40mm×縦 50mm 程度とする
- 現在の選択点をユーザにフィードバックする

また、指の可動方向や接触面の大きさを考慮することも重要である。

今後の課題は、ボタンの形状や数などの条件や、ジェスチャでの入力を調査することで、操作特性をより明確にしていくことである。

参考文献

- Amy K. Karlson, Benjamin B. Bederson, and John SanGiovanni. AppLens and LaunchTile: two designs for one-handed thumb use on small devices. In Proceeding of the SIGCHI conference on Human factors in computingsystems, pp. 201-210, 2005.
- 黒川隆夫, 久世通由, 森本一成: タッチ画面インターフェースにおける人間のポイント特性およびそれに対する Fitts の法則の適合性, Progress in Human Interface, 5, 1, pp.5-12, 1996.