

K-53

次世代情報端末のための直接操作インタフェース Direct Manipulation Interface for Next-generation Information Terminals

追崎 洋平† 下村 拓司†
Yohei Oizaki Takuji Shimomura

松永 和久† 伊藤 哲郎†
Kazuhiisa Matsunaga Tetsuro Ito

1. はじめに

現在、PC や家電製品などあらゆるものがネットワークで接続され、いつでもどこからでも情報端末を使用してアクセスできるようになるユビキタス・ネットワークの時代になりつつある。このことから、携帯できる情報端末に対する期待は高く、新たな端末やインタフェースの研究・開発が行われてきている。

ユビキタス・ネットワーク時代のクライアントを目指したノート PC では[1]、両手で持った状態で各機能进行操作できる。さらに、キーボードには左手の親指のみでキー操作が行える文字入力方式を取り入れている。タブレット PC 用の OS が開発されたことにより[2]、大手メーカーは、その OS を搭載したタブレット PC の開発を行っている。タブレット PC にはコンパチブル型とピュアタブレット型の 2 種類があり、ピュアタブレット型は、パネル形状でキーボードがなく、手書きペン入力をサポートする。

上記の技術動向をふまえて、次世代の情報端末は、ピュアタブレットのような形状で本を読むように両手で端末を保持し、空いた指で画面を直接操作するものとして議論を進める。このような情報端末を考えた場合、既存の OS の GUI をそのまま適用することはできない。既存の GUI はマウスやキーボードを使用することを前提として設計されているため、指で操作する場合は誤操作が頻繁に生じるからである。ここでは、両手の指を交互に使用して効率よく直接操作が行える新しいインタフェースの構築を目指している。

本稿では、設計するインタフェースについて説明した後、設計する際に必要なガイドラインについて述べる。

2. 直接操作インタフェース

これまでに携帯端末のインタフェースは数多く研究されており、ペンや片手で操作を行うモバイル文字入力インタフェースや両手を使って PDA を操作するインタフェースなどが提案されている[3][4]。本研究で構築しようとしている直接操作インタフェースは以下のような特徴を持つ。

- 本を読むようなスタイルで操作 (図 1)
- 両手の親指を交互に使用して画面を直接操作
- 少ない動作で素早い操作

現在の携帯端末はペン入力が主流であるが、ピュアタブレットのような画面の大きい情報端末を考えた場合、片手で端末を保持しながらペン入力を行うのは容易なことではない。直接操作インタフェースは、両手で端末を保持して空いた親指で操作を行うため、端末を保持しながら操作を行うのは容易である。また、親指だけで操作できるような設計となっているため、少ない動作で素早い操作が行える。



図 1 本を読むようなスタイルで操作

3. ガイドラインの設定

最適なインタフェースを設計するためにはガイドラインが必要である。タッチパネルにおける最適設計の研究はすでに行われているが[5]、これは腕を浮かして人差し指で操作するという一般的なタッチパネルの操作に適用されるものである。直接操作インタフェースは、両手で端末を保持して空いた親指で操作を行うため、新たなガイドラインの設定が必要となる。直接操作インタフェースのガイドライン項目として、ここでは、(i) 親指でタッチ可能なボタンの最適の大きさで最低限の大きさ、(ii) タッチ操作とドラッグ操作を容易に行うための親指で操作可能な範囲の 2 つを設定するための実験を行った。

実験は、アナログ容量結合方式のタッチパネルディスプレイを使用する。次世代の情報端末の厚さは約 20mm 前後と想定しているため、その厚さを考慮してディスプレイに 4 本の指を引っ掛けるように保持する。ディスプレイの端から画面までの幅は約 35mm である。実験を行う前に、タッチした場所との誤差をなくすためにキャリブレーションを行った。被験者は、右利きの学生 10 名である。被験者全員は、PC の利用経験はあるが、タッチパネルディスプレイの利用経験はない。

3.1 ボタンの大きさ

縦と横 8mm, 9mm, 10mm, 11mm, 12mm, 13mm の正方形のボタンに対して、最適の大きさで最低限の大きさを評価する実験を行った。操作範囲が限られるため、最適の大きさとしてされている 13mm 以下のボタンでも操作可能かどうかを調べるのが目的である[5]。ボタンの形状については最適とされている正方形とした[6]。8mm は携帯電話のボタンでも比較的小さいサイズである。評価は、主観的な 5 段階評価、平均タッチ間隔時間、誤操作回数の 3 つで行った。

ディスプレイを楽な姿勢で持ってもらい簡単な練習を行った。画面の左端と右端に携帯電話と同じダイヤルを配置し、画面に表示される電話番号を左手と右手で入力してもらった。この操作を 8~13mm まで繰り返した。入力する際になるべく保持した手は動かさずに、親指だけを動かすように指示した。主観的評価は大きさを変えるごとに行い、

† 大分大学 工学部 知能情報システム工学科

最後にどの大きさが一番使いやすかったかという問いに答えてもらった。

ボタンの大きさに対する主観的評価を図2に示す。どの評価もボタンが小さくなるにつれて評価が悪くなっている。その中でも8mmと9mmの評価の低さが目立つ。どの大きさが一番使いやすかったかという問いに関しては、12mmが4名、10mmと13mmが3名、11mmが1名、8mmと9mmは0名であった。

ボタンを押してから次のボタンを押すまでの時間であるタッチ間隔時間の平均を計算したものを図3に示す。ボタンが小さくなるにつれてタッチ間隔時間も短くなっているが、8mmは逆に時間がかかっている。これはボタンの並びが親指で隠れてしまうため、指を上げてからボタンを押すからであると考えられる。利き手に関しては、利き手である右手の方が素早く操作が行えることがグラフから分かる。押し間違いや押し損じをカウントした誤操作回数を図4に示す。10~13mmまでは大きな差は見られないが、8mmと9mmは誤操作の数が増えている。10~13mmまでは押し間違いによる誤操作が多かったが、8mmと9mmはそれに加えて、押し損じによる誤操作が多くみられた。

以上の結果から、親指での操作は最適とされた13mm以下でも操作可能であることが分かった。被験者は、9mm以下のボタンに対して特に小さく感じることも分かった。

3.2 操作可能な範囲

ある地点を軸にして親指がどの範囲まで操作可能かを示す境界線を明確にする実験を行った。ディスプレイを楽な姿勢で持ってもらい、ディスプレイの端につけた印に人差し指を合わせるように指示した。画面の左端と右端に十分な数のボタンを配置し、人差し指を軸として上から下まで半円を描くようにボタンを押させた。この操作を左手と右手で行った。無理な操作をさせないように、軸となる人差し指と他の指をディスプレイから離さないように指示した。

被験者10名が押した各ボタンの回数をカウントし、被験者の半数以上が押したボタンを黒くして、左手と右手の親指が容易に操作できる範囲を表したものを図5に示す。各マスがボタンを表している。左手と右手を比較すると、利き手の右手より左手の方が操作範囲が広いことが分かる。これは日常生活の中の左手と右手を使う作業と関係があると考えられるが、それを確認するまでには至らなかった。

3.3 ガイドライン項目

2つの実験結果から、直接操作インタフェースのガイドラインの1つ目の項目として、ボタンの最適の大きさは12mm、最低限の大きさは10mmとする。2つ目の項目として、操作範囲は、左は12mmのボタンで6x4の範囲(縦72mm, 横48mm)、右は5x3の範囲(縦60mm, 横36mm)とするが、操作範囲については、ディスプレイの端から画面までの幅によって変更が必要である。端末を保持する手の位置によって、操作可能範囲の位置も変更する。

4. おわりに

本稿では、直接操作インタフェースの概要を説明し、インタフェース設計のためのガイドライン項目の設定を行った。今後は、他のガイドライン項目の設定を行うとともに、設定したガイドラインに基づいて、文字入力やスクロール

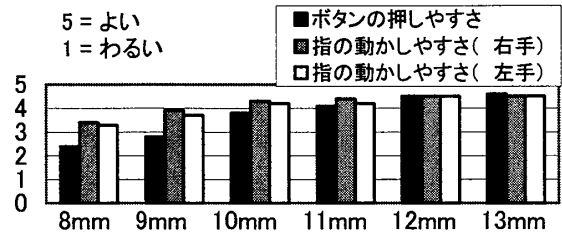


図2 主観的評価

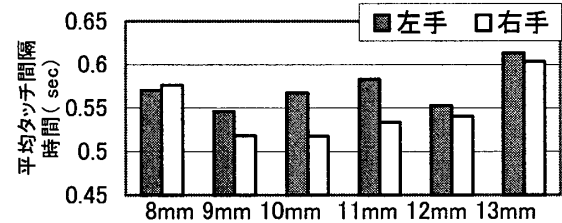


図3 平均タッチ間隔時間

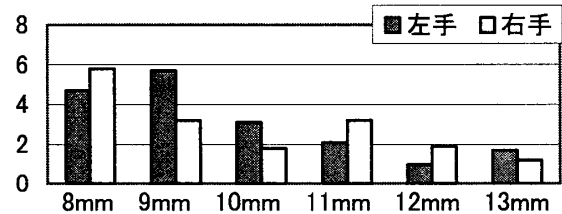


図4 誤操作回数

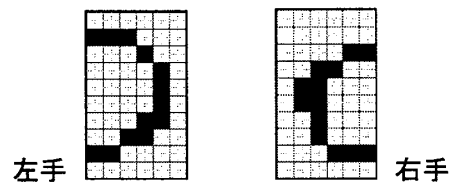


図5 親指の操作範囲

などの直接操作インタフェースを設計し、その評価実験を行う予定である。

参考文献

- [1] <http://www.sony.jp/products/Consumer/PCOM/PCG-U1/>
- [2] <http://www.microsoft.com/windowsxp/tabletpc/>
- [3] Toshiyuki Masui, POBox: An Efficient Text Input Method for Handheld and Ubiquitous Computers, Proceedings of the International Symposium on Handheld and Ubiquitous Computing, pp.289-300, 1999.
- [4] Nobuyuki Matsushita, Dual Touch: A Two-Handed Interface for Pen-Based PDAs, Proceedings of the ACM Symposium on User Interface Software and Technology, pp.211-212, 2000.
- [5] Martin, G.L., Configuring a numeric keypad for a touch screen, Ergonomics, 31, pp.945-953, 1988.
- [6] 呉 軍ほか, タッチ画面におけるボタン・レイアウトの最適設計, ヒューマンインタフェースシンポジウム 1996 論文集, pp.547-552, 1996.