

Hybrid Touch: モバイルデバイスの表裏両面からの操作を 連携させることによる直感的な入力手法

廣木桂一 矢谷浩司 杉本雅則
東京大学 新領域創成科学研究科

1 はじめに

近年、モバイルデバイスは社会に広く普及し、日常生活においても重要な役割を担っている。しかし、モバイルデバイスのインターフェイスには問題があると考えられる。例えば、現在の PDA (Personal Digital Assistant) のインターフェイスでは、文字入力、描線、スクロール、メニュー選択などの全ての操作を、スタイラスペンのみで行うようデザインされている。このため、ユーザの実際の作業 (文字を入力する、線を描く) において、スクロールやメニュー選択の操作が断続的に行われることになり、実際の作業に対する入力効率を悪化させるだけでなく、ユーザにより多くの認知的負荷を強い

ている。われわれは、この問題に対し、これまでに、Hybrid Touch というインターフェイスを提案してきた [3]。Hybrid Touch では、ユーザが PDA を扱う際のユーザの動作に着目している。大半のユーザは利き手でスタイラスペンを持ち、非利き手で PDA を支えている。非利き手のうち、親指、小指、掌は、PDA を支えるという役割を担っているが、それ以外の指は明確な役割を担っていない。

Hybrid Touch は、PDA などのスタイラスペンを用いるモバイルデバイスを対象とし、デバイスの背面 (画面の裏側) に図 1 のように、タッチパッドを取り付けることで、利き手でない手 (以下、非利き手とする) での入力を可能とインターフェイスである。この仕組みにより、背面からの入力を非利き手で行うことにより、利き手によるペン入力を同時に行うことができる。



図 1: Hybrid Touch を使用する様子
左: 横から見た図 右: 裏側の図

関連研究として、モバイルデバイスの両手インターフェイスには Dual Touch [1] や Ka-Ping Yee らの研究 [2] などが挙げられるが、Hybrid Touch は表面と裏面という、入力装置の配置の違いによって、両手の物理的干渉をなくし、役割分担を明確にしている点が特徴であると考えられる。

われわれは、現在までにプロトタイプ機を製作し、入力効率における有用性を示した [3]。このプロトタイプ機を用いた実験により得られた知見を基に、われわれは改良した Hybrid

⁰Hybrid Touch: An Intuitive input method for mobile devices by using both front and back sides
Keiichi Hiroki, Koji Yatani and Masanori Sugimoto, University of Tokyo

Touch を設計した。本稿では、改良した Hybrid Touch の実装方法に関して述べ、それに関する実験、及びその結果に関して報告する。

2 プロトタイプ機での問題点と改良手法

プロトタイプ機での実験では、ある種の入力に関して有用であることが確認できたが、同時に改善すべき点も明らかとなった。実験後に得られたユーザのコメントも踏まえ、主に改良すべき点として以下の 3 点が挙げられた。すなわち、(1) 背面の指が見えない点、(2) 指の稼働可能範囲による入力の制限、(3) デバイス本体を支えながら、入力をしなければならない負担、である。

以下では個々の問題点に関して具体的に述べた後、その問題点を解決するために行った改良方法について説明する。

2.1 背面での操作の可視化に関して

(1) の問題点に対しては、ディスプレイ上に背面の操作状態を表示し、ユーザに視覚的なフィードバックを与えることとした。具体的には、図 2 右のように入力された向きと方向をベクトルとして表示している。また、画像全体の大きさと、現在映っている範囲をサムネイルとして表示することにより、スクロールでの現在位置をより把握できるようにした (図 2 左上)。



図 2: サムネイルによる視覚的フィードバック (画面内左上) と、ベクトルによる視覚的フィードバック (画面の右)

2.2 背面での操作の行いやすさと正確さの向上に関して

(2) の問題点は、指の身体的構造による、動かしやすさに起因する。例えば、実験においては画面内の上下方向の入力に比べて、左右方向の入力が、難しいという傾向が見られた。この問題点を解決するため、まず、上下方向と左右方向で入力の感度をユーザの好きなように変更できるようにした。

また、ユーザが直線的な入力を行おうとした場合でも、実際は曲がったり蛇行した入力になってしまう場合が多く見受けられた。そこで、タッチパッドからの入力信号の 1 周期ごとに、入力を、上下左右斜めの 8 方向のいずれかに、強制的に変換するフィルタを実装した。また、このフィルタでは、デバイスを持つ手の角度に座標軸を適応させる機能も加えている。あらかじめユーザに上下左右方向への入力を何度か行っ

てもらうことで、そのデータを用いてデバイスを持つ手の傾きを推定し、上下左右方向の座標軸を適切に調整することが可能となっている。

2.3 背面での操作回数の軽減に関して

(3)の問題点においては、同様の操作を繰り返す必要がある場合に、ユーザに認知的負荷が大きくかかることが観察された。例えば、ユーザが大きな地図の画像を閲覧中に、地図の左端から右端までスクロールする際には、背面の指を何度も横に動かさなければならない。この問題点を解決すべく、慣性スクロールという機能を実装した。慣性スクロールとは、一定の方向に自動的にスクロールし続ける機能で、タッチパッド上で勢いよく指を動かした際に、その方向に対して慣性スクロールが有効になる。ユーザが再びタッチパッドに触れると、慣性スクロールは無効化される。これにより、先ほど挙げた例においては、ユーザが1度だけ指を横方向に動かすことで、地図の左端から右端までスクロールことができ、背面での操作回数を軽減することができる。

3 実験

前節で述べたような改良を加えた Hybrid Touch に関する評価実験を行った。評価実験は10人(全員男性、大学生)で行った。実験は大きく2つ行った。1つ目は、2.1節、2.3節で述べた改良点に関するもので、各々の機能を被験者に使用してもらい、それに対する意見を聞くこととした。

2つ目の実験では、2.2節で述べたフィルタの機能に関する評価を行った。具体的には次のようなタスクを被験者に課した。図3には9個の点が描かれており、点の半径は10pixelである。8個の点が半径160pixelの環状に配置されており、環状の中央に1点が配置されている。このうち、環状に並んでいる8個の点をターゲットと呼ぶ。タスクが始まると、図3が表示され、画像の9点のうち、中央の点が、画面中央に表示される(この状態を初期状態という)。また、1辺が20pixelの正方形のカーソルが、画像および点の位置にかかわらず、常に画面中央に表示されている。被験者は、初期状態から画像をスクロールすることで、カーソルにターゲットの1つを収める。収めると、画像は初期状態に戻る。次に、隣のターゲットをカーソルに収める。以降、時計回りに8個のターゲットにカーソルを合わせていく。

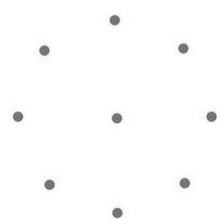


図 3: 実験で用いた画像

実験では、フィルタのある場合とない場合を行い、比較した。実験中、視覚的フィードバックは常に表示し、また、慣性スクロールの機能は停止させることとした。

4 実験結果

1つ目の実験に関しては、全ての被験者がその使い方をすぐに理解できた。視覚的フィードバックに関しては「動きが分かりやすい」「入力できているか、確認できてよい」など

といった肯定的な意見が、ほとんどの被験者から得られた。また、慣性スクロールに関しても、「疲れなくてよい」「慣性スクロールだけでも操作できる」といった支持的意見を得ることができた。

2つ目の実験に関しては、図4にターゲットに到達するまでに要した時間と、総移動量を示している。

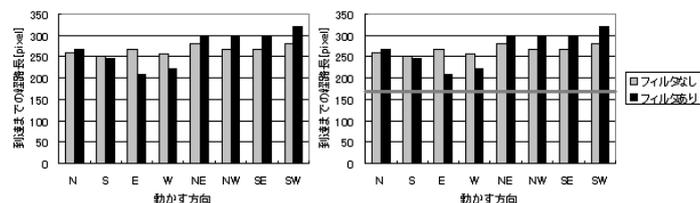


図 4: 左図:ターゲットの方向と、フィルタの有無による比較 左図:所要時間 右図:総移動量 (右図中の横線は理論上の最小値)

図4左のグラフは、ターゲットの方向と、到達までの所要時間の関係を示している。グラフ中の所要時間の値は、それぞれ、10人の被験者による10回の試行、計100回の試行の平均値である。ターゲットの方向は、N:上、S:下、E:右、W:左、NE:右上、NW:左上、SE:右下、SW:左下、という略語を用いている。また、フィルタの有無による比較も同時に行っている。図4右のグラフは、ターゲットの方向と、到達までの総移動量の関係を示している。所要時間と同様に、計100回の試行の平均値を図示している。なお、理論上最短の総移動量は、全てのターゲットにおいて、150pixelである。

結果として、フィルタを用いる場合、所要時間が短縮された。特に上下左右の4方向では所要時間を大きく短縮しており、実際のモバイルアプリケーションにおいても、上下左右の4方向への入力の利用頻度が高いので、フィルタの設計は妥当であると考えられる。

また、フィルタを用いている場合においては、総移動量が必要以上に長い場合でも、ターゲットまでの到達所要時間が短縮されている場合が見受けられた。入力ログおよびユーザコメントを分析した結果、フィルタを用いた場合は、指をより大きく動かして、スクロールすることができることが、この現象の大きな要因であるとわかった。

5 今後の予定

裏面入力の精度は改善できたが、微調整などの細かい入力には問題が残っている。今後は、いくつかのアイデアを試して、これを改善する必要がある。また、表裏両面の組み合わせを含むアプリケーションで評価実験を行うことで、問題点を解決した Hybrid Touch の有用性を、確認する予定である。

参考文献

- [1] Matsushita, N., Ayatsuka, Y., and Rekimoto, J. "Dual Touch: A Two-handed Interface for Pen-based PDAs," In Proceedings of UIST2000, pp.211-212 (2000).
- [2] Yee, K. "Two-Handed Interaction on a Tablet Display," In Extended Abstracts of CHI2004, pp.1493-1496 (2004).
- [3] 廣木桂一, 矢谷浩司, 杉本雅則, "モバイルデバイスの表裏両面からの操作を連携させることによる効率的な入力手法", インタラクション 2005, pp.61-62 (2005).