

# 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

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、モバイルデバイスが急速に普及し、人間社会においても重要な役割を担っている。携帯機器は小型化において十分な成功を収め、進化の方向は多機能性、高性能性に向かっている。携帯端末はメール、カメラ、インターネット、音楽の再生などの多くの機能を備え、これからも多様で高度な機能を付加されると考えられる。しかし、機能が充実する一方、そのインターフェイスは未成熟である。具体的には、画面の小ささや入力キーの少なさにより閲覧性・操作性に欠け、画像、映像、WEBなどのコンテンツを携帯端末で扱うにあたっての障害となっている。

本研究では携帯端末において、画面の小ささと入力効率の低さを解決するための入力手法を提案する。携帯端末の背面にタッチパッドを装備し、前面のタッチパネルディスプレイとの同時入力を可能にすることで、

- 回転、ズームといった閲覧性の向上
- スクロールや視点変更をしながら描くといった両手を用いた効率的な入力
- 前面から 12 キーを排することによるのディスプレイ面積の拡大

を同時に獲得することを提案する。またアプリケーションの考案と試作システムを使つての評価を行った。

携帯端末の背面にタッチパッドなどの入力装置を配置する技術は以前より提案されているが、最近のものでは Behind Touch [3] が挙げられる。Behind Touch では背面に 12 キーを配置し、人差し指への触覚的フィードバックと画面での視覚的フィードバックにより操作性の向上を図り、現状の携帯端末と同等以上の入力速度を保ちつつ、ディスプレイ面積の拡大に成功した。

両手を用いることで入力効率を向上させる研究として [1] を挙げる。この研究では、タブレット PC において両手による同時入力を可能にすることで作業箇所の往復をなくしている。また、ズームや回転といった図形変形を両手で行うことで、スムーズな入力を実現している。同様の研究にダブルマウス [2] も挙げられる。この研究では、デスクトップ環境で両手にマウスを持つことで、移動距



図 1 試作機 左：使用しているところ 右：裏側

離を短くしたり、2 点を指定することで範囲選択やコピー&ペーストなどの高速入力を可能にしている。

本研究は、表裏の両面を用いて入力効率を上げる点で [3] などの背面入力手法と異なる。また、携帯端末において両面を用いることにより、両入力の物理的干渉をなくしている点において、[1] や [2] などの両手を用いるインターフェイス技術と異なる。

## 2 提案手法

提案する入力手法について説明する。図 1 のように携帯端末の前面スクリーンをタッチパネル式とし、背面にはタッチパッドを装着する。携帯端末本体を持つ左手(本稿では右利きのユーザを想定するが、左利きのユーザでも同様にシステムを使うことが可能である)で背面からの入力を行い、右手は適宜スタイラスペンや指を使って前面ディスプレイに触れて入力を行うものとする。これによって、例えば左手で画面のスクロールや視点の変更などの補助的な動作を行い、右手でポインティングや描線、文字入力などの細かい入力を行うことができる。また、両手で別々の操作を行うだけでなく、両手の動きの組み合わせを 1 つのジェスチャーと捉え、それによって入力を行うことも可能になる。

## 3 アプリケーション

本節では提案手法によって実現されるアプリケーションに関して具体的に述べる。

まずは画像や WEB、テキストなどの閲覧の場合を述べる。この場合は背面の左手でディスプレイ内の画像を直接動かすイメージでスクロールを行うことができる。また、右手にはテキスト入力、画像への書き込み、リンクをクリックするなどの入力操作を割り当てる。これらにより、スクロールバーと作業箇所を往復することなく効率的

An effective input method for mobile devices by using both front and back sides  
Keiichi Hiroki, Koji Yatani and Masanori Sugimoto, University of Tokyo

な入力ができる。また、両手を使った入力としてズームイン・アウトを行うことができる。例えば右手でズームイン・アウトしたい点を指し、その状態で左手の指を上下に動かすと指定した点を中心にズームイン・アウトが行われる。従来では、拡大ボタンを押してから拡大したい点を指定する方法、拡大ボタンを押すと画面の中心が拡大される方法などであったが、提案手法によりペンの位置を作業箇所から離すことなくすぐにズームイン・アウトができる。

同様に表計算ソフトにも応用できる。前面と背面から2点を指定することにより [2] と同様にセルの範囲選択ができる。[2] と異なり左手による入力は背面であるため精度が落ちるが、テキストの文字や表計算のセルなど、ある程度の大きさの単位で指定できればよいので、十分実用的であると考えられる。また、背面をテンキーとして使えるようにすれば数字入力的高速化を図ることができる。

最後に 3D モデリングの場合を述べる。提案手法は 3D オブジェクトの閲覧、操作にも適用できる。背面のタッチパッドによってオブジェクトを回転あるいはスクロールさせ、前述の両面からの動作によってズームを行う。回転とスクロールの区別は例えばタッチパッドの触れる位置によって区別する(タッチパッドの縁をなぞったらスクロールなど)。前面の右手はオブジェクトの変形や着色などの操作を行う。

#### 4 プロトタイプ実装

提案手法の有用性を検証するため試作機を製作した。市販の PS/2 接続のタッチパッドを利用し、PS/2-RS232 のコンバータを製作した。これらと RS232-PC Card のアダプタを用いてタッチパッドの座標変化量の信号を PDA 内に取り込む。タッチパッドは図 1 のように PDA の裏に物理的に取り付けた。PDA 内部のアプリケーションは、PC Card から入力されるシリアル信号と、PDA のタッチパネルから入力される座標を用いて動作する。今回、アプリケーションとして画像ビューワーと描画ツールを製作した。これらのアプリケーションでは、背面の指の動きによってスクロールを行うほか、スタイラスで任意の一点を指定し、背面の指を上下に動かすことによってその点を中心としたズームアウト・インを行うことができる。

#### 5 評価

製作した試作機を用いて評価実験を行った。試作した描画ツールで、PDA の画面より大きな図形(約 500\*500[pixel]) を画面スクロールをしつつ描く所要時間を測定した。描いた図形は正方形と円で、それぞれスクロールバーを用いた場合(従来手法)と、提案手法を用いた場合を測定した。ただし、ズーム機能は用いないことにした。さらに提案手法を用いる場合は、フィルタを用いない場合(提案手法 A)と用いる場合(提案手法 B)の2通りを測定した。ここでいうフィルタとはタッチパッドの指の動きの縦方向成分と横方向成分の内、絶対値の小さいほうを無視する。つまり斜め方向への動きを強制的に縦か横に変換するものである。

被験者は 6 人で、実験開始前に 1[分] 程度の操作練習を

表 1 正方形を描いたときの平均所要時間(秒)

従来手法	提案手法 A	提案手法 B
25.0	21.5	14.4

表 2 円を描いたときの平均所要時間(秒)

従来手法	提案手法 A	提案手法 B
18.9	18.0	16.8

した後、従来手法、提案手法 A、提案手法 B の順に測定し、さらにその中で正方形、円の順に続けて描いてもらった。結果は表 1、表 2 に示す。

#### 6 考察

提案手法 B では、平均して従来手法の 57% の所要時間で正方形を描け、88% の時間で円を描けるという結果が出た。また、提案手法 A では正方形の場合 86% 円の場合 95% の時間で描けた。

観察により分かったこととしては、提案手法の場合、被験者が現在位置を見失ってしまうことが散見された。これは意図した方向に画面がスクロールしなかったり(真下に移動させようとしたが、実際は斜め下に移動した、など)意図したよりもスクロールの量が大きすぎたりしたためである。

このうち前者はフィルタをかけることによって解決され、その効果は実験結果にも現れている。ただしこの処置はスクロールの自由度を減らすことになるので、ユーザの意図する方向を認識できるような方法が必要であると考えられる。また、後者に関しては指の移動距離に対する画面内のスクロール距離を減らすことで対処できるが、その場合大幅なスクロールをする際にユーザのストレスになる。勢いをつけてスクロールした場合、慣性によりしばらく(または止めるまで)スクロールし続ける、といった対策が必要であると考えられる。

#### 7 今後の課題

今後の課題としてはユーザの意図を正しく認識するためのフィルタや装置のデザインについて考える必要がある。また、表裏両面から入力するという物理的な位置関係を活かしたアプリケーションについても検討を行う予定である。

#### 参考文献

- [1] Ka-Ping Yee. Two-Handed Interaction on a Tablet Display. In Extended Abstracts of the ACM Conference on Computer-Human Interaction, Late Breaking Results Paper pp.1493-1496 2004
- [2] 中村聡史, 塚本昌彦, 西尾章治郎 ”2つのマウスを用いたウインドウ操作機構の設計と実装”, ヒューマンインタフェース学会論文誌, Vol.2, No.4, pp.309-321, 2000.
- [3] 平岡茂夫, ”Behind Touch: 携帯電話のための背面・触覚操作インタフェース”, 情報処理学会論文誌 Vol44No. 11, pp2520-2527, 2003