

Behind Touch : 携帯電話のための背面・触覚操作インタフェースの開発

平岡, 茂夫

<https://doi.org/10.15017/458910>

出版情報 : Kyushu University, 2004, 博士 (芸術工学), 課程博士
バージョン :
権利関係 :

第3章

Behind Touch 1 : 携帯電話のための 文字入力インタフェースの開発

3.1 はじめに

Behind Touch を携帯電話に適用する第一の目的は、携帯電話の背面に操作キーを配置することにより、表面のディスプレイを大きくすることである（図 1.2）。第二の目的は、指または触れているボタンを画面に表示し、直接操作に近い操作感を提供することである。背面操作は、操作ボタンや操作する自分の指が直接見えないため、機器からの触覚や視覚・聴覚などへのフィードバックが重要な要素となる。

第2章では、Behind Touch 入力デバイスの試作機-2を制作した。評価・改善を行って十分に入力が可能であるレベルに達したので、第3章以降ではこの試作入力デバイスを使用して、文字入力などのBehind Touch に適した操作インタフェースを開発する。携帯電話と同様のひらがな入力方式による文字入力テストを行い、入力効率を検証する。従来の携帯電話と同等以上の入力効率を目標とする。また、現在の携帯電話入力方式になじめないユーザ層に対しても、慣れや学習が少なくても操作できるインタフェースを提案する。

3.2 画面インタフェースの開発

試作した入力デバイスの操作性を確認するために、電話番号入力（図 3.1）・メニュー選択（図 3.2）・ひらがな入力（図 3.3）のインタフェースを制作した。アプリケーションは、Macromedia 社の Director8.5 を使用して制作した。背面のボタンに触れると、画面のボタンは、裏から押し出されて丸く膨れ上がるようなイメージの強調表示となる。画面インタフェースに表示されるボタンは、背面の12ボタンと同じ配列・数であるが、機能によって2種類のサイズを用意

データベースを活用して、少ない操作で入力可能な曖昧検索や、最初の数文字だけの入力から予測変換を行うことによって、単語や文章入力を単純・高速化する T9 [11]・TouchMeKey [12]・CUT Key [13]・POBOX [14]などが開発・商品化されている。これらの入力方法は、Behind Touch のボタン機能割当ての変更や、自動変換機能を追加することによって実現可能であるため、実験のための試作インタフェースでは基本的なひらがな入力機能のみとした。

3.2.2 携帯電話入力方式（インタフェース A）

インタフェース A は、携帯電話と同様の文字入力操作とした（図 3.3）。従来の携帯電話から、Behind Touch 方式へのスムーズな移行を図る狙いである。ボタンに触れることによって 12 キーに割り当てられた行「あ、か、さ、た、な、..」を選択し、そのボタンを複数回押すことで「あ、い、う、え、..」と入力文字を決定する。この時、画面インタフェース上部にある文字入力欄の文字表示がリ

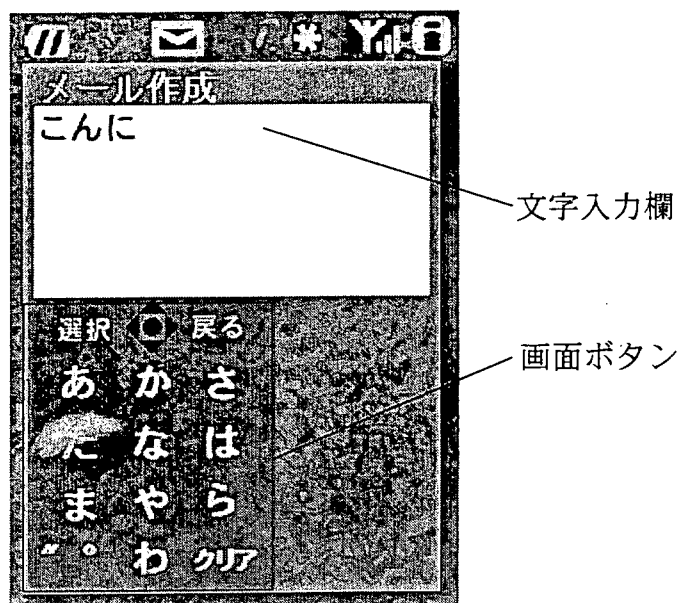


図 3.3 文字入力画面

アルタイムに変化すると同時に、画面ボタンの表示も「あ、い、う、え、...」と変わる機能を付け加えた。文字入力欄の文字を見なくても、画面ボタンの表示で入力された文字を確認しながら操作を行うことができる。よって、視線の移動を少なくすることができ、入力の効率化を図ることができる。

3.2.3 行・段入力方式（インタフェースB）

パソコン操作に慣れたビジネスマンや情報機器に不慣れな中高年層にとって、現在の携帯電話の複数回同じボタンを押す文字入力方法には抵抗があるのではないだろうか。よって、ボタンを押す回数が少なく簡単で分かりやすい文字入力方法として、ひらがな50音の行・段入力ソフトウェア（インタフェースB、図3.4）を制作した。入力デバイスはインタフェースAと共通であるため、ソ

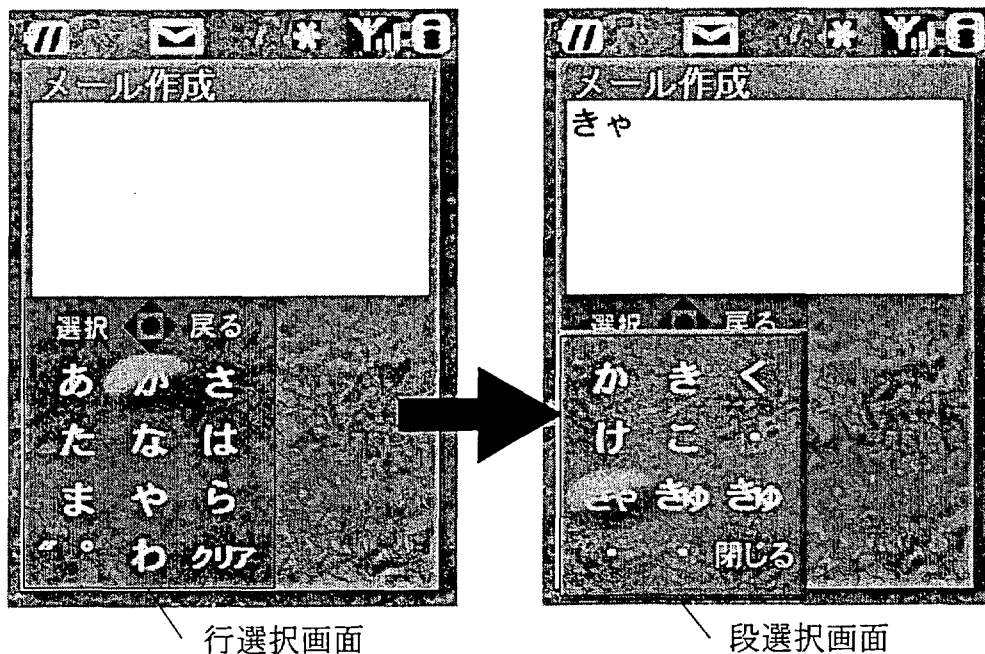


図 3.4 行・段入力インターフェース

ソフトウェアを切り替えることにより、ユーザは入力方法の選択が可能となる。

ボタンに触れて行を確認した後、ボタンを押して実行すると、その行の段選択の画面に切り替わる。入力する文字を同様の操作で選択・実行する。ボタンに割り当てられた機能の変化は、視覚的に確認できる。濁音・半濁音以外の一文字を入力するためにボタンを押す回数は、どのひらがなでも2回である。クリック数は、携帯電話入力方式と比べて少なくなるが、位置の異なる2つのボタンを押すこととなる。段選択画面には、「きゃ」「きゅ」「きょ」など小文字を含んだひらがなのボタンを設け、文字入力の効率を改善した。濁音・半濁音は、従来の携帯電話同様、「” °」ボタンにより変換を行う。また、上記小文字を含んだひらがなも濁音・半濁音に変換する機能を加えた。例えば、「ひゃ」は、「びゃ」次に「ぴゃ」に変換する。

3.3 画面インタフェースの評価

3.3.1 実験方法

既存の携帯電話と Behind Touch 方式のインタフェース A・B を比較するために、文字入力のテストを行った。27文字（濁音を1文字としてカウント）の文書「きんきゅうのしょうひんかいはずかいぎをおこないます。」を入力する時間を測定した。文書は、携帯電話での複雑な操作を避けるために、同じ行のひらがなが連続しない例文とした。被験者は23~50歳の社会人5名で、既存の携帯電話と Behind Touch インタフェース A・B を使用して、各5回入力を行った。入力時間は、ストップウォッチで計測した。実験に使用した携帯電話は、各被験者の日常の入力速度を測定するために、各自が所有する使い慣れた機種を使用した。携帯電話によっては、漢字変換や入力の自動化機能を避けるために、

カタカナモードで入力を行う場合もある。

3.3.2 実験結果

各被験者の入力時間の平均を図 3.5 に示す。実験の結果、Behind Touch 携

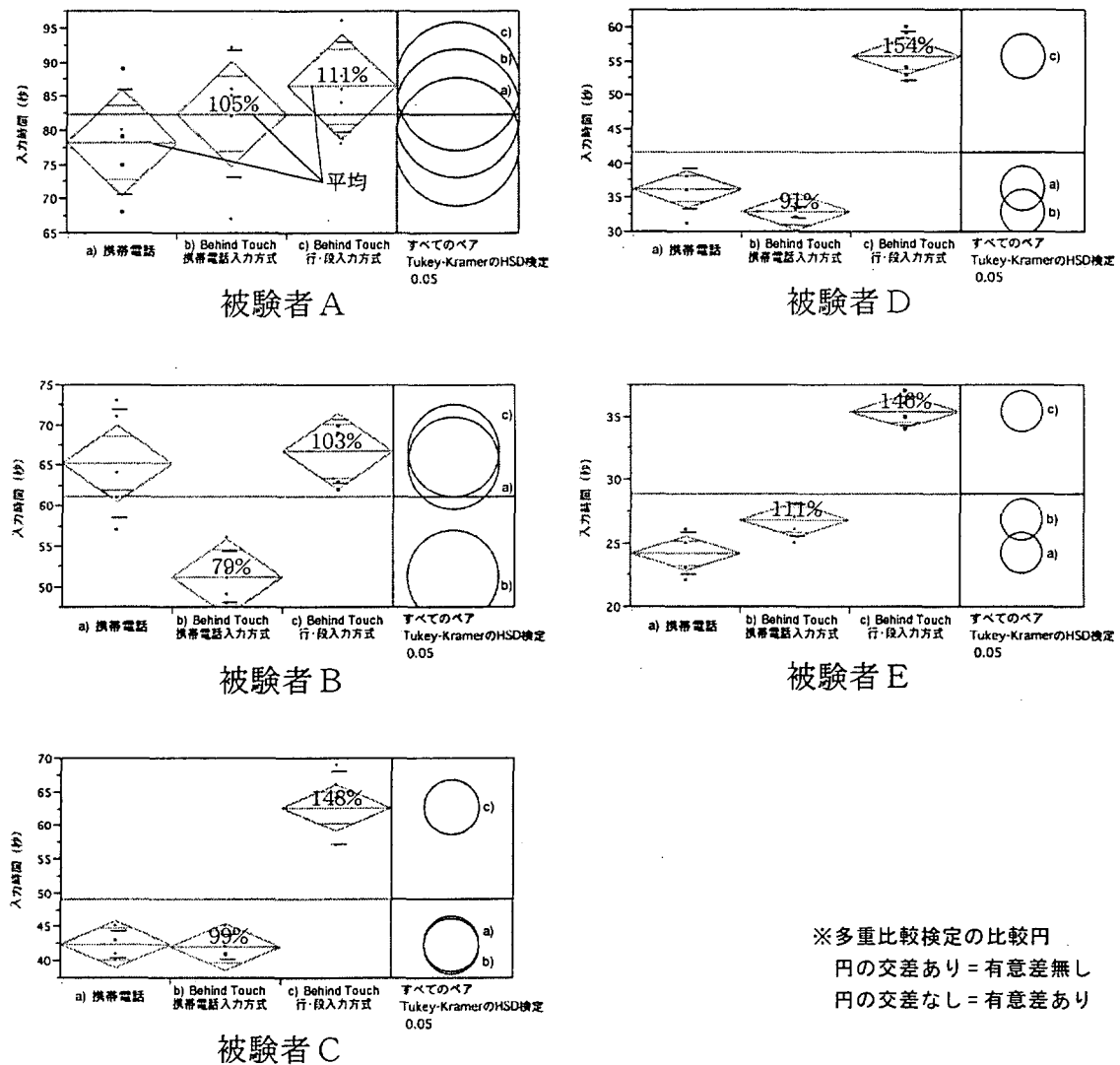


図 3.5 各被験者の携帯電話、Behind Touch 携帯電話入力方式および Behind Touch 行・段入力方式による文字入力時間

携帯電話入力方式での入力時間は、既存の携帯電話の91～111%（等分散性の検定およびTukey-KramerのHSD検定 $p < 0.05$ による多重比較；被験者A、C、D、E有意差無し、被験者B有意差あり）となり、既存の携帯電話と比較して、ほぼ同等の入力が可能であった。Behind Touch 行・段入力方式による入力時間は、既存の携帯電話による入力時間の103～154%となり、入力効率は低下している。

被験者全員の入力時間平均の多重比較の結果を図3.6に示す。携帯電話／Behind Touch 携帯電話入力方式／Behind Touch 行・段入力方式での入力時間に「差があるとはいえない」という結果となった。等分散性は確認できたが、各被験者の携帯文字入力における習熟度・入力速度には個人差があり、正規性に疑問が残る。よって、各被験者の携帯電話での文字入力平均時間を100

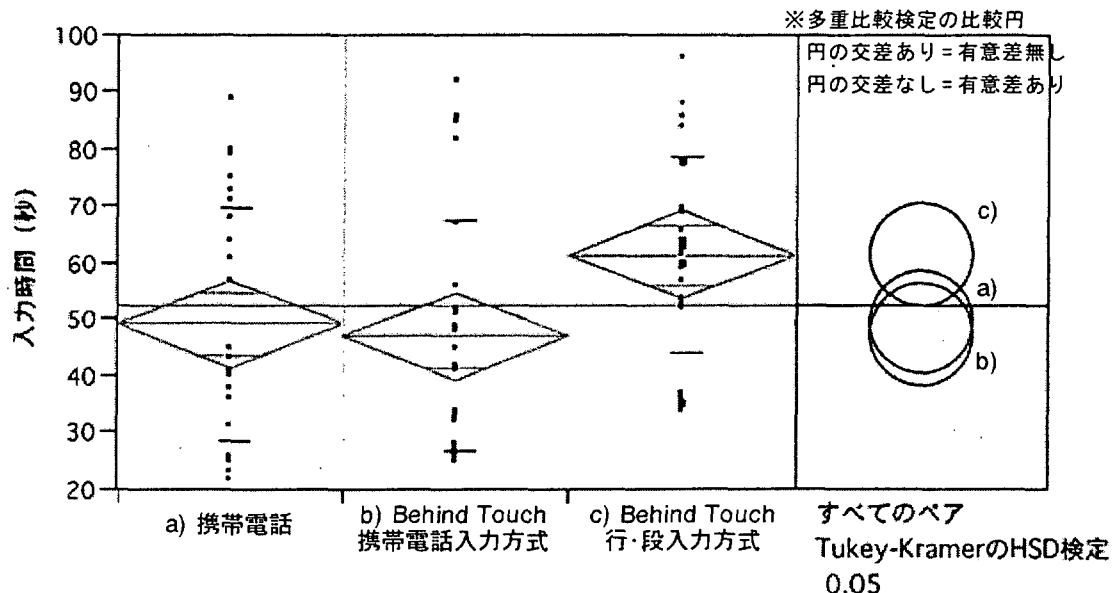


図3.6 携帯電話、Behind Touch 携帯電話入力方式 および行・段入力方式による文字入力時間平均

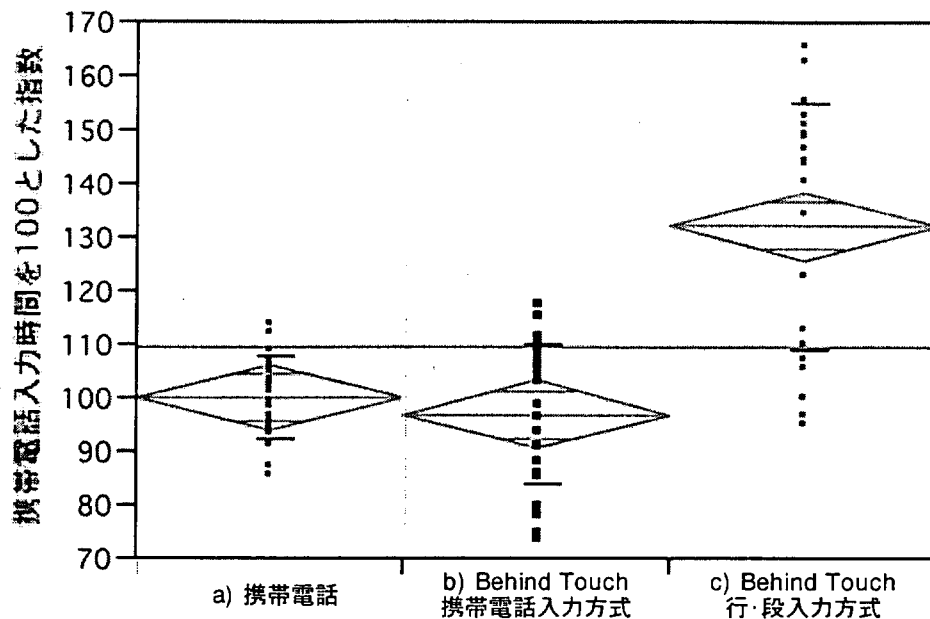


図 3.7 携帯電話での入力時間を 100 とした文字入力時間指数

とした時間指数平均を図 3.7 に示す。この指数平均による Welch の分散分析 ($p < 0.05$) では、有意差が確認された。Welch の分散分析では、3 種類のインタフェース間のどこに差があるのかが分からないが、Behind Touch 行・段入力が他の 2 つのインタフェースに比べて入力効率が悪いことを示していると思われる。

3.3.3 考察

実験の結果、被験者によって携帯電話と Behind Touch それぞれに習熟度の違いがあり比較が難しい点があったが、携帯電話と Behind Touch (携帯電話入力方式) ではほぼ同等の入力効率となった。

携帯電話入力方式では、各行の先頭の文字「あ・か・さ・た・な・は・ま・や・ら・わ」は、1 回のボタン操作で入力が可能であるが、行・段入力方式で

は他の文字と同様に2回のボタン操作が必要であるため、違和感を生じる問題があった。しかし、携帯電話入力方式の様にボタンを押す回数を考えなくてもよくリズムカルに入力が行えるため、操作が分かりやすく安心して入力できたという感想が得られた。携帯電話入力方式になじめないユーザ層のための文字入力方法として期待を持てる。行・段入力方式でブラインドタッチのような速い入力を行うには、行の表示配列に加えて10種類の段の表示配列にも慣れる必要がある。段選択のボタンを複数回押す操作に慣れるか、段表示の配置に慣れるかの違いがある。

各被験者の携帯電話での文字入力平均時間を100とした時間指数では、分散性が等しくなかった。このことから、携帯電話の習熟度とは別に、Behind Touch での習熟度に個人差があると考えられる。Behind Touch での習熟度は携帯電話の習熟度には至らないにもかかわらず、これまでの実験の観察から、従来の携帯電話に非常に慣れた被験者はBehind Touch での入力も速いが携帯電話よりも少し遅く、逆に携帯電話であまり文字入力を行っていない被験者の入力時間は速くないが携帯電話よりも Behind Touch の方が速いという傾向が見られる。この実験結果からは、習熟度を考慮した比較は困難であるが、携帯電話と携帯電話入力方式の Behind Touch における文字入力の効率ほぼ同等であると考えられる。また、Behind Touch 入力デバイスの形状や凸ボタンの感触・クリック感などを改善すれば、さらに入力効率を改善できると考えている。

3.4 その他のひらがな入力方法

Behind Touch 背面操作の可能性として、前記の携帯電話入力方式、行・段

入力方式以外の入力方法の検討を行った。以下に、それぞれの入力方法の特徴と考察を述べる。

3.4.1 Behind Touch ローマ字入力インタフェース

ローマ字入力は、ビジネスマンを中心にパソコン操作に慣れているユーザ層には、馴染みのある入力方法である。現在では、携帯電話入力方式よりもパソコンキーボードのローマ字入力の方が、利用できる年齢層から見てもユーザ層が広いのではないだろうか。入力方法は、行・段入力方式に似ているが、濁音・半濁音、小文字を含んだ一連の文字入力方法が異なる。また、アルファベットの組み合わせで子音・母音を思考する点でも差異がある。

入力デバイスは、これまでの試作機の $3 \times 4 =$ 合計12個のボタンを使用した。12のボタンで、全てのアルファベットに対応するためには、3画面を切り替えて表示しなければならないが、日本語入力で使用頻度が低いアルファベットを省略し、「記号」と「スペース」を加えて2画面に収めた。第1画面には、「A,I,U,E,O,K,S,T,N,H,_ (スペース), 記号」を配置し(図3.8)、第2画面に「M,Y,R,W,G,Z,J,D,B,P,F,X」を配置した(図3.9)。使用頻度の高い第1画面と第2画面の切り替えは、入力デバイス側面に設けた専用のボタンを親指で操作して切り替える。第2画面で子音を選択した後は、次の選択文字は母音「A,I,U,E,O」を選択する機会が多いので、自動的に第1画面に戻る。記号ボタンを押すと、記号一覧の画面が現れる(図3.10)。記号を選択した後も、自動的に第1画面に戻る機能とした。「return」は改行、「delete」は最後の一文字を消去する機能である。

入力画面が日本語の表示ではないため、一見入力が難しそう印象を受けるが、日常的にパソコンでローマ字入力を行っているユーザによるテストでは、好感が持たれた。特に、「あ、い、う、え、お」が一度の操作で入力ができるこ

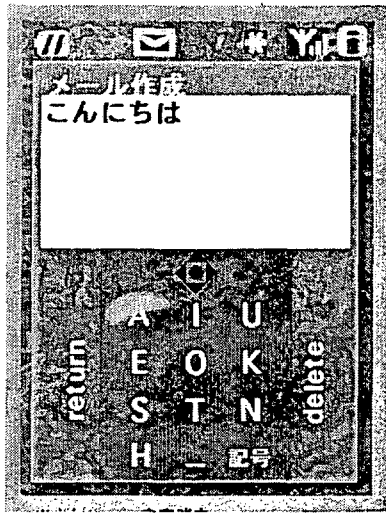


図 3.8 ローマ字入力第1画面

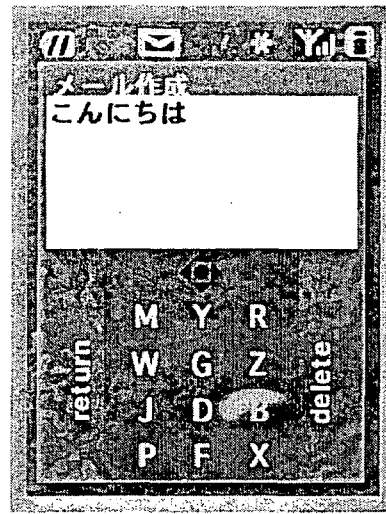


図 3.9 ローマ字入力第2画面

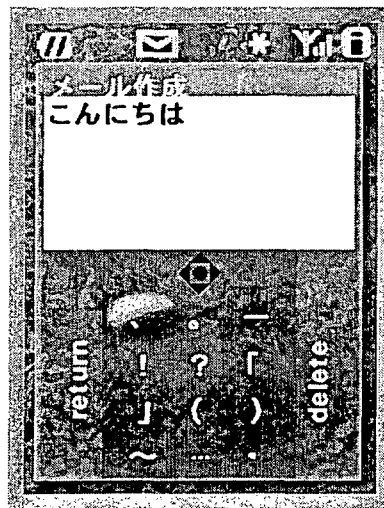


図 3.10 記号選択画面

とや、濁音・半濁音および「しゃ、しゅ、しょ」などの小文字を含んだ文字の入力が簡単で、行・段入力方式（インタフェースB）よりも入力効率がよいという感想が得られた。しかし、一部のアルファベットを省略しているため、「ヴ」など入力できない文字がある。また、ローマ字入力に不慣れな高齢者には操作が難しい。

3.4.2 ボタン数が12より多い場合の Behind Touch

従来の携帯電話のキー配列に捕らわれず、少ないクリック操作で文字入力を可能にする16個のボタンによる操作面と画面インタフェースを制作した。円形状に12個のボタンと、その円の中に4個のボタンをレイアウトした(図3.11)。黒電話を模した電話番号入力の画面インタフェースを図3.12に示す。文字入力の画面インタフェース(図3.13)には、円形状に並んだ12のボタンに「あ、か、さ、た、な、、、」の行選択と「記号」「濁音・半濁音・小文字」のボタンを配置した。周囲のボタンに触れることによって、中央の4個のボタンがそれぞれの段選択の文字または記号、濁音・半濁音に変化する(図3.13、3.14)。各行の「あ」段の文字「あ、か、さ、た、な、、、」は、円形状に並んだボタンを選択・実行して入力する。触れるだけで行選択を行うので、行・段入力方式(インタフェースB)よりもクリック数が少ない操作となり、画面全体の表示が切り替わらないのでボタン表示が見やすくなる。触れて行選択を可能にするため、段選択時に他の行選択のボタンに指が触れないアイデアとして、周囲のボタンを円形状にレイアウトした。

このインタフェースでは、十分な文字入力速度が得られなかった。これまでの3×4ボタンの配列では、慣れてくるとボタン位置を指が覚えているような感覚で操作が可能であったが、16キーでは、触覚によってボタンの位置や配列を認識することが難しくなり、効率的な入力ができない問題の原因となっている。この試作機では、円形状に配置したボタンレイアウトであるが、背面操作では、格子状のボタン配置であってもボタン数が多ければ同様の問題が起これると考えられる。画面表示からの視覚フィードバックよりも先に、触覚によるフィードバックが操作により影響を与えていると考えられる。Behind Touchでは、視覚フィードバックと同時に、触覚フィードバックが重要な要素であることを再確認した。ボタン数を増やすためには、ボタン形状を変えることや、操

作面に段差を付けたり、表面処理を部分的に変えることによって、ボタンのレイアウトが触覚で認識可能なデバイスを開発する必要がある。本研究では、Behind Touch 携帯電話の実用化を目指しているので、従来の携帯電話と同等以上の文字入力効率が必要である。携帯型mp3プレイヤーのメニュー選択の様

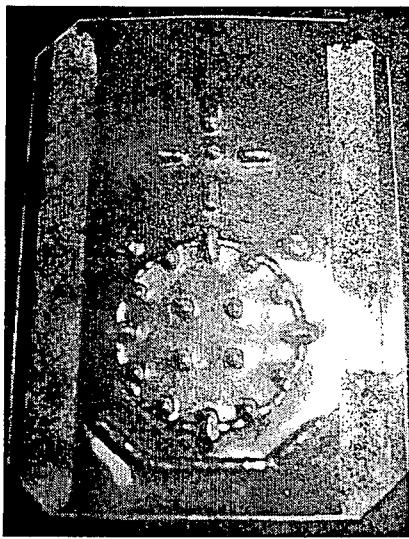


図 3.11 円形操作ボタン



図 3.12 電話番号入力画面

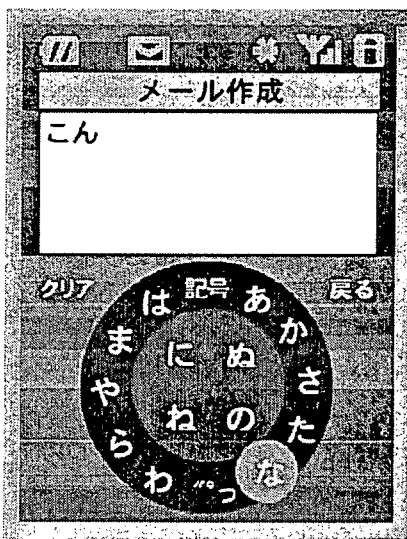


図 3.13 文字入力画面（行選択）

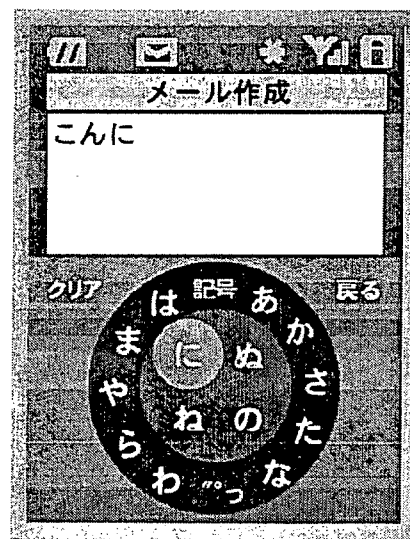


図 3.14 文字入力画面（段選択）

な入力効率をそれほど気にしなくてもよい機器であれば、ボタン数を増やせる可能性がある。

3.4.3 ジョグダイヤルを使った Behind Touch

ジョグダイヤルは、これまでのタッチセンサを利用したデバイスとは異なるが、背面操作に利用可能なデバイスとして検討を行った。ビデオ編集機などに使われている円板状のコントローラではなく、ホイールマウスやソニー社製の携帯電話に採用されている円筒形の小型デバイスを使用する。このデバイスを携帯電話の背面に取り付けて、人差指で操作することは十分可能である。このデバイスによる文字入力、携帯電話 NTT Docomo SO 502i ですでに商品化されている（図 3.15）。この機種では、50 音の中からダイヤルを回転させて 1 文字を選択する方法である。文章を入力するためには頻繁にダイヤルを回転させる必要があり、効率はよくなかった。最近の機種では、この入力インタフェースは搭載されていない。

そこで、操作性を改善するために、ひらがなの選択を行と段に分けて選択するインタフェースを制作した（図 3.16）。始めにダイヤルを回転させて、色で強調表示された行を選択しクリックする。次にダイヤルを動かして、選択された行内で段を選択・実行する。この方法では、行と段の 2 回の選択・実行操作を行わなければならないが、50 音から選択するよりも効率はよい。しかし、行選択の操作ではダイヤルを上下に回転させるのに対し、選択された行は左右に動くため違和感があった。この入力方法は、習熟をあまり必要としないが携帯電話入力方式ほどの入力効率を得られないため、携帯電話入力方式になじめないユーザのための簡単入力の一つの選択肢としては可能性があるだろう。



図 3.15 NTT Docomo SO 502i
ジョグダイヤルによる文字入力画面

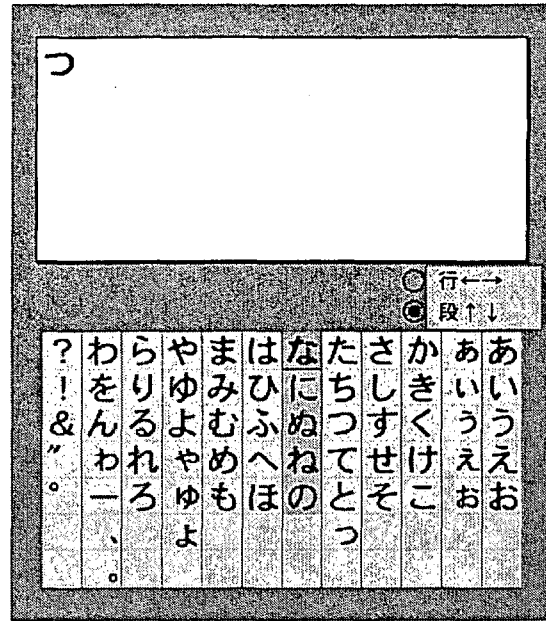


図 3.16 改善を行ったジョグダイヤルのための文字入力画面

3.5 他への応用と今後の可能性

本章では、携帯電話に Behind Touch を適用したシステムとその操作性について報告した。触覚・視覚フィードバックの改善によって、Behind Touch はさらに快適に入力できる可能性を持っている。操作面と表示部が離れていても操作が可能であるため、携帯電話だけでなく PDA やウェアラブルコンピュータ・家電製品のリモコンなどにも応用が可能である。ディスプレイを見ることができれば、操作面がポケットの中など見えない場所にあっても使用できる。また、音によるフィードバックを利用することによって、視覚障害者への対応を容易に実現できる特徴を持っている。

Behind Touch は、操作面に触れた状態で操作を行うことが基本である。よって、操作面の触覚や振動によるフィードバックを操作性に付加することに

より、さらに効果的な操作感を提供できる可能性がある。細かな振動制御を行うActiveClick[6]・触覚マウス[7]やフォースフィードバック タッチパネル[16]が考案されている。このような振動フィードバックにより、クリック・ダブルクリック・ドラッグ・スクロール・長押しなどの様々な操作に、より確実な操作感を与えることができるであろう。