

LK-017

Behind Touch 2: 視覚障害者のための触覚・音声による 携帯電話インタフェース

Behind Touch 2 : Mobile Phone Interface by Touch & Voice for Visually Impaired Persons

平岡 茂夫 †
Shigeo Hiraoka

宮本 一伸 ††
Isshin Miyamoto

富松 潔 †††
Kiyoshi Tomimatsu

高橋 広 ††††
Hiroshi Takahashi

1. はじめに

Behind Touch [1]は、タッチセンサを利用した入力デバイスおよび画面インターフェースから構成されるシステムである。これまでの健常者を対象とした研究[2]では、このシステムを携帯電話に適用し(図1)、その実用性を検証した。この携帯電話では、背面に配置した凸ボタンの触覚と、ディスプレイからの視覚情報によって操作を行う。ディスプレイには触れているボタンの位置とその機能が表示されるので、ボタンを直接見なくても、直接操作に近い操作感が得られる。本研究では、このディスプレイからの視覚情報を音声フィードバックに置き換えることで全盲の視覚障害者が快適に使用できる携帯電話インタフェースの可能性を探る。

平成15年9月に発売された携帯電話NTT Docomo「らくらくホンIII (F672i)」は、大きな文字表示や読み上げ機能を搭載しており、高齢者だけでなく視覚障害者を意識した製品となっている。しかし、読み上げ機能による音声フィードバックは、全盲の視覚障害者にとって十分ではない。特にメール作成では、文字入力中に音声フィードバックがなく、文字を入力した後にしか文章を確認することができない。技術的には、「らくらくホンIII」でもボタンを押した時点で画面に入力された文字を発声させることは可能であろう。しかし、キー入力は従来通りボタンのホームポジションの触覚とキー配列の記憶を頼りに操作を行うこととなる。Behind Touchを活用すれば、キーを押す前のキーに触れた時点で、音声によりそのキーの機能を知ることができる。

また、スピーカからの読み上げ音声は、静かな室内でなければ聞こえない問題がある。街中や乗物の中で、音声を聞くことは困難である。音量を上げることができたとしても、周囲に内容を聞かれてしまったり、目立つなどの問題がある。視覚障害者を対象とした携帯電話使用についての調査から、周囲の音が聞こえにくくなるイヤホンの使用は、出先では好まれないことが分かった。Behind Touchは、背面操作であるため、通話中の姿勢で受話器のスピーカから音声を聞きながら人差指で操作が可能である(図2)。

背面操作に関するデバイスや触覚による操作システムは、他にも研究や特許申請によって提案されている[3-6]。しか

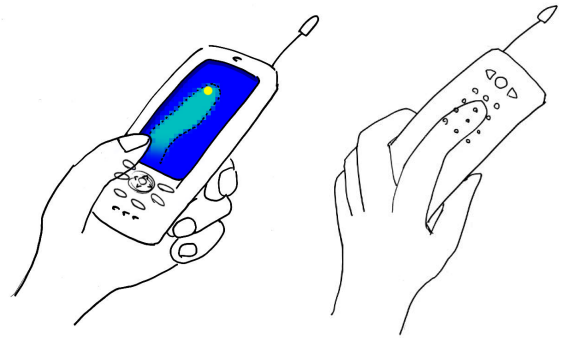


図1: 携帯電話に適用したBehind Touchの例

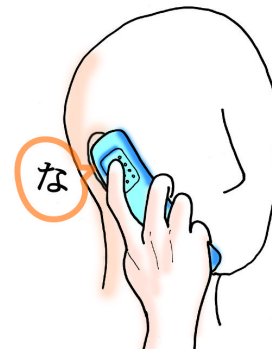


図2: 通話スタイルでの操作

し、携帯電話の重要な機能である文字入力において、入力の効率性や慣れるために学習が必要である問題があり、商品化に至っていない。これまでの研究で Behind Touch は、従来の携帯電話と同じ入力方式を基本とし、これらの問題を解決している。

本研究は、これらの利点を活かして視覚障害者のための Behind Touchによる音声インターフェースを提案する。試作機を使用して、携帯電話方式による文字入力の実用性についての検証を行う。また、現在の携帯電話文字入力方式になじめないユーザー層に対しても、慣れや学習が少なく操作することのできるインターフェースを提案する。

2. Behind Touch 試作機

操作ボタンは、背面に配置し、人差指で操作を行う。触れたボタンを音声で確認した後に、そのボタンを押して実行操作を行う。CVK方式[5]や高密度キーによる入力システム

† 福岡工業大学短期大学部

†† 株式会社アイム

††† 九州大学大学院 芸術工学研究院

†††† 柳川リハビリテーション病院



図3 : Behind Touch 試作入力デバイス (背面)

[6]による研究では、指をボタンから離れた時点で実行操作となる方式を採用している。この場合、次のボタンを選択する際に一旦指を操作面から離すので、触覚をたよりに次のボタンを探すことができず、このことが操作性を損ねてしまう問題がある。Behind Touchでは、操作面に触れたままの状態でも操作することができる。

2.1 Behind Touch 入力デバイス

背面操作面のデバイスとして、抵抗膜方式のタッチパッドを使用した(図3)。タッチパッドは、板バネとなる薄いプラスチック板に取付けられ、上下に可動する。タッチパッド裏側に取付けられたマイクロスイッチにより、ボタンを押した時のクリックとタッチパッドに触れている座標とによって、アプリケーションを操作する。

操作面は、ボタン部を凸状に加工したフィルムをパッド面に張り付ける。ボタンのピッチは、これまでの快適な人差指の可動範囲の研究[2]から横5.5mm・縦5mmとした。

12キーの配列は、画面表示と整合性を取るために表から見た状態で携帯電話と同じである。また、12キーの左上に「クリア」ボタン、右上に「読上げ」ボタンを配置した。

2.2 音声インタフェース

ボタンに触れた時点で音声による確認が可能となる機能をTouch & Voice(図4)と名付けた。操作に必要な音声フィードバックには、以下の3つの役割が考えられる。

- 1) ボタンに触れることによって、そのボタンの機能の確認を行う。
- 2) 必要なボタンを押して実行したことの確認。
- 3) ボタンを押した後に行われた処理の確認。

機能やフィードバックの内容によっては、2)と3)は共通で一つにまとめることができる。これらの点に留意し、携帯電話入力方式のひらがな文字入力のソフトウェアを制作した。12キーの何れかに触れると、そのボタンに対応した子音を発音する。試作機では、女性の声をパソコンに録音したデータにより、ボタンに触れた時点とボタンを押した時点でフィードバックの発音を行う。「な」のボタンに触れた後、複数回ボタンを押すことによって「な、に、ぬ、ね、の」と音声フィードバックが行われる。この時、子音・母音選択の機能の違いをより明確にするために、子音選択の場合は2声(3度)による和音・子音選択時は単音で発音を行うこととし

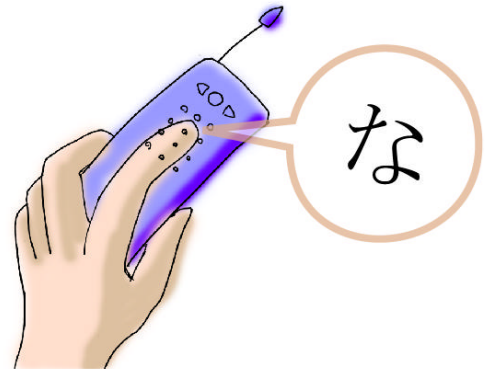


図4 : Touch & Voice

た。また、「っ」などの小文字は、少し高い音(4度)にすることによって大文字との違いをつけた。これまで、全盲者にとって知ることのできなかつた記号文字も「てん、まる、ちょうおん、クエスチョンマーク、、、」と読み上げる。

クリアボタンを押すと、文章の最後の1文字を消去し、「を消去しました。」を発音する。クリアボタン長押しで、全文消去の機能とした。この場合、「全文消去しました。」を発音する。

読上げボタンの機能は、短押しで「句読点から読み上げ」、長押しで「全文読み上げ」の機能とした。入力ミスをした場合、修正するために消去する文字を音声で知る必要がある。修正を行いたい箇所は文章の最後であるため、文章の終わり辺りにある句読点から以降を読み上げる「句読点から読み上げ」機能を付加した。

2.3 スクロール入力方式

視覚障害者に限らず、パソコンでのキーボード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齢層にとって、現在の携帯電話の複数回同じボタンを押さなければならない文字入力方法には、抵抗があるのではないだろうかと考えた。そこで、クリック数が少なく簡単で分かりやすい文字入力方法として、スクロール入力方式を提案した。子音(列)の選択は、これまでの試作と同じく12キーに割り当てられた「あ、か、さ、た、な、、、」のボタンに触れる方法である。次に、選択した「な」のボタンを押し続けると「なにぬねの、、、」と音声が出る。ボタンを押すのを止めた時点で確定となる。ボタンには、触れたままである。スクロールスピードは、0.5秒を標準とした。慣れに合わせて速い入力ができるように、スクロールスピードの調節が可能である。スクロール入力方式のもう一つの特徴として、携帯電話入力方式と併用できることが挙げられる。入力方式の設定を切替えることなしに、複数回ボタンを押した場合には携帯電話入力方式に、ボタンを押し続けるとスクロール入力となるようにした。

3. 試作機によるフィールドテストと改善

柳川リハビリテーション病院眼科の協力により、診察の待ち時間や北九州視覚障害者研究会シンポジウムの展示会場



図5：多すぎる音声フィードバック

で、視覚障害者によるフィールドテストを行った。調査は、障害の状況や携帯電話・パソコンの使用状況の質問を行いながら、試作機の使用法の説明、試作機でひらがな文字入力を行い、その操作性についての意見・感想を得る方法で行った。被験者は、24名（内全盲者8名）である。

3.1 Touch & Voice の問題点とその改善策

Behind Touch は 操作面に触れたまま操作を行うため、次のボタンを探して指を移動させる時に他の多くのボタンに触れる。よって速い操作の場合、全ての触れたボタンに対する多くの音声フィードバックが短時間に行われてしまい、音声による認識が困難となる場合がある（図5）。この問題を解決するためには、確実な操作のみに音声フィードバックが発せられる機能が必要であるので、一定時間以上ボタンに触れた時のみ発声を行う方法を試みた。この方法では、ボタンに触れてから少し遅れて音声フィードバックが聞こえてくる。速い操作では、この遅れが操作に影響を与える可能性がある。予備実験から、0.25秒以上ボタンに触れている場合にフィードバックの発声を行うこととした。また、音声フィードバックの遅れを感覚的に解消するために、ボタンに触れた瞬間に「ピ」と小さな音が出る機能を加えた。

3.2 12 キー配列における左右逆の問題

Behind Touch は、表から見たボタン配列を基準としているため、裏から見ると左右逆の12キー配列である。キー配列の説明を理解しているにもかかわらず、全盲者および視覚をあまり頼りにしていないと思われる弱視者は、ボタン配列が左右逆であることに違和感を感じていた。詳細な視覚情報を得られない障害者の場合、日常生活において透けて見えている状態を想像することが少なく、このような健常者との感覚の違いがあるのではないかと考えられる。また、通話スタイルでの操作（図2）では、健常者でもボタン配列が左右逆になる場合がある。この問題の解決案として、ソフトウェアによって左右逆のモードを選択できる機能を追加した。

3.3 スクロール入力方式

スクロール文字入力方式は、入力スピードは速くないが、携帯電話文字入力にあまり慣れていない弱視の中高校生や

健常者にも好評であった。

4. 試作機の評価

試作機を用いて、以下の評価を行う。

- 1) 従来の携帯電話とBehind Touch + 音声インターフェースの比較
- 2) Touch & Voice 改善前・後の比較
- 3) スクロール入力方式の評価

4.1 実験方法

以下の条件でひらがな文字入力の比較を行った。

- a) 携帯電話入力方式・音声インターフェースなし。被験者が所有する携帯電話または「らくらくホンIII」を使用し、携帯電話を見ないで文字入力を行う。全盲者による携帯電話文字入力と同様の条件。漢字変換や入力の自動化機能を避けるため、カタカナモードを使用する。
- b) Behind Touch・携帯電話入力方式・音声インターフェースあり。ボタンに触れた瞬間に、対応した子音を発声する。Touch & Voice 改善前のインターフェース。
- c) Behind Touch・携帯電話入力方式・音声インターフェースあり。ボタンに触れた瞬間に「ピ」と小さな確認音が発せられた後、0.25秒以上そのボタンに触れた時のみ子音の発声を行う改善を行ったインターフェース。
- d) Behind Touch・スクロール入力方式・音声インターフェースあり。Touch & Voice 機能は、c)と同じ。読み上げスピードは、0.25秒とした。

試作機による母音選択の音声フィードバックは、ボタンを押した時点でされる。これらのインターフェースを用いて「きんきゅうのしょうひんかいはつかいぎをおこないませう。」を入力する時間と入力ミス率を測定した。基本的な文字入力の比較を行うことが目的であるため、複雑な操作を避けて同じ列の文字が連続しない例文とした。

被験者は、8名の健常者である。健常者と視覚障害者とは、現状の携帯電話の文字入力における習熟に違いがあるかもしれない。視覚情報のない条件下では、携帯電話に慣れた視覚障害者の方が健常者よりも習熟度が高い可能性がある。よって被験者は、日常的に携帯電話メールを使用している者とし、視覚障害者との条件が近くなるように、十分に入力練習を行った後に実験を行った。また、実験を繰り返すことによって操作の習熟度が上がり入力時間が短縮される場合があったため、各条件でのタスクを10~20回程行い、安定した終盤5回の入力時間を統計に使用した。

4.2 実験結果

各条件での文字入力時間を図6に、入力ミス率を図7に示す。統計処理は、一元配置分散分析および多重比較（Tukey法、有意水準5%）で検定した。インターフェースの違いによる入力時間の差は認められなかった。

a)視覚・音声情報なしでの携帯電話とc)Behind Touch +改善を行った音声インターフェースにおける入力ミス率は、50.4%から13.1%に軽減した。a)の条件下では、被験者は

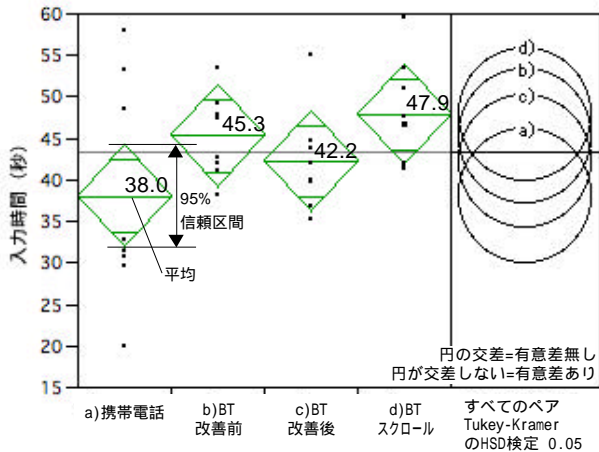


図6：音声フィードバック・入力方法の違いによる文字入力時間（秒）

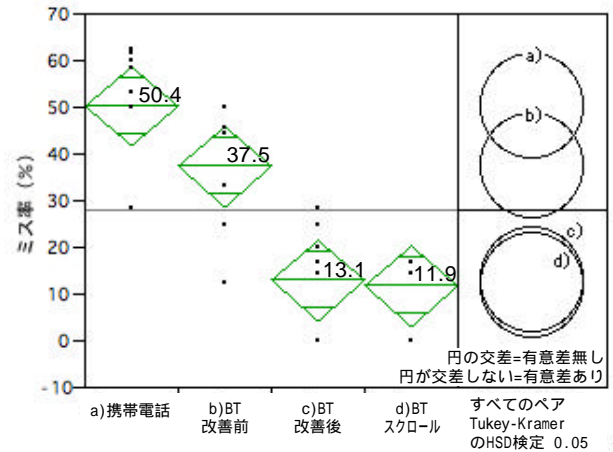


図7：音声フィードバック・入力方法の違いによる文字入力ミス率（%）

入力ミスをしては知ることができず、見えている時と同等の速度で闇雲に入力しようとして多くの入力ミスをしている。視覚情報がない場合、現状の携帯電話では後から文中を修正することはほぼ不可能である。よって、視覚障害者は入力ミスを避けるために、より慎重に時間をかけて文字入力を行っているのが現状である。

Touch & Voice のb)改善前・c)改善後の比較では、入力ミス軽減の効果が得られた。被験者からは、改善によってボタン認識が容易になり使いやすくなったという感想が聞かれた。視覚障害者によるフィールドテストでは、改善策のデメリットである音声フィードバックの0.25秒の遅れを問題として指摘する者はなく、音声フィードバックが多すぎる問題は解消された。

スクロール入力では、読み上げスクロールの速度設定により、一定の時間がかかる。また、読み上げ速度を上げすぎると、ボタンを押すのを止めるタイミングが合わず次の文字が誤入力されてしまう問題もあり、入力効率は高くない。しかし、入力ミスは少ない(図7)。被験者からは、入力が簡単でわかりやすいという感想と、速く入力を行いたいため携帯電話方式を使いたいという感想が聞かれた。携帯電話のメールをこれから始めるユーザのための簡単入力としての役割が期待できる。

5. まとめ・今後の展開

背面触覚デバイスと音声インタフェースから構成される視覚障害者のための携帯電話 Behind Touch 試作機を制作した。Behind Touch は、操作ボタンを直接見ないで操作を行う方法であり、音声フィードバックによって全盲者に対応が可能である。タッチセンサを活用した入力デバイスにより、ボタンを押す前に触れたボタンの機能を音声により確認が可能な Touch & Voice 機能を実現した。フィールドテストを行いながら試作機を改善した。最初の試作機では、フィードバックする音声が多すぎたため、正確に音声を認識できない問題があった。確実な操作に対してのみ音

声フィードバックを行う手法を取り入れ、実験によってその有効性を証明した。フィールドテストの結果、全盲者と健常者の感覚の違いから、背面操作におけるキー配列を左右反転させる機能が必要であることが分かった。ひらがな入力に関するアイデアの一つであるスクロール入力方式は、入力の効率は良くないが分かりやすいという感想が聞かれ、携帯電話の文字入力に慣れていないユーザに好感が持たれた。携帯電話入力方式と併用が可能であるため、モードを切り替えることなく入力方法を選択することができる。視覚障害者に限らず、現在の携帯電話文字入力方式になじめないユーザ層への市場拡大に期待が持てる。

背面にボタンを配置することにより、表面のディスプレイを大型化できる利点がある。現在、音声インタフェースと併用して、弱視者に有効な大きな表示の画面インタフェースの試作も制作して検証を行っている。弱視を含め視覚障害者の障害の程度は様々である。今後、障害の程度に合わせてカスタマイズ可能なインタフェースの開発が必要となるであろう。

参考文献

- [1]株式会社アイム, 指先触覚入力装置及びそれを用いた携帯情報端末, 特許公開2003-162362, 2003
- [2]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
- [3]埼玉日本電気株式会社, 背面手書き入力機能を有する携帯電話機, 特許公開2000-278391, 2000
- [4]松下電器産業株式会社, 電子機器, 特許公開2002077357, 2002
- [5]阿部直哉, タッチパッド入力の可能性, 情報処理学会ヒューマンインタフェース99-2, pp9-14, 2002
- [6]米谷昭彦, 高密度キーによるデータ入力システムの開発, 情報処理学会ヒューマンインタフェース91-11, pp69-76, 2000