

# タッチスクリーン用ソフトウェアキーボードへの 物理的手がかりの付与

天野 貴之\* 郷 健太郎†

山梨大学工学部\* 山梨大学大学院医学工学総合研究部†

## 1. はじめに

タッチスクリーン型のコンピュータは画面上の表示物を直接触って指示・操作することができるため、初心者にとって最も使いやすい入出力装置だと考えられている。ところが、タッチスクリーン上の操作であっても、文字入力作業は比較的困難であり、効果的な文字入力手法が十分に確立されていないのが実情である。具体的には、ソフトウェアキーボードによる文字入力性能は、ハードウェアキーボードによるものと比べて約 2/3 に低下する [1]。

このような文字入力性能低下の主な要因は、タッチスクリーン上に物理的な手がかりがない点にあると考えられる。具体的には、次の 2 点が影響していると考えられる。(1) ユーザにキーの位置や形を触覚的に伝える突起やへこみなどの物理的な手がかりがない。そのためユーザはキー入力を行う度にキーの位置を視認する必要があり、ソフトウェアキーボードによる入力は、触覚的にキーを感じることができるハードウェアキーボードによる入力よりも時間がかかってしまう。また、キーの位置を視認する場合でも、手に覆い隠されてキーの位置が判別しにくくなる状況が生じるため、高速な入力がさらに困難になる。

(2) 入力姿勢を維持するために手指が疲労する。タッチスクリーンではユーザが画面に直接触れることでその位置を検出する。そのため、タッチ状態の有無を区別するために、ユーザは使用しない指を空中に静止した状態で保たなければならない。その結果、手指に対する疲労が、ハードウェアキーボードよりも溜まりやすい。

これらの問題を解決するために、物理的な手がかりを与えるような様々な取り組みが行われている。例えば、[2]では画面上の任意の位置を振動させることによって触覚フィードバックを提示する。[3]ではシリコンによって成形されたウィジェットを FTIR 技術で実現されたタッチスクリーン上に置いて操作する。[4]は Apple iPhone 専用に作られた液晶保護フィルム状のシートで、ソフトウェアキーボードのキーが表示される位置に突起があり触知性を提供する。

しかしこれらの多くの取り組みは(1)専用のハードウェアを必要とし、市場に大量に出回っている従来型のタッチ

スクリーンとは共存できないか、あるいは(2)特定の機器専用として作られている。したがって、従来型のタッチスクリーンと共存できるような簡易型の物理手がかりについて、体系的に十分な研究が行われているとはいえない。

そこで本研究では、従来型のタッチスクリーンに付与する簡易型の物理的な手がかりを与えるようなキーボードのデザインの可能性を検討する。提案手法に対して実際にプロトタイプを試作し評価を行う。

## 2. タッチキーボード用簡易手がかりのデザイン

本稿では、タッチスクリーンに付与する物理的な手がかりとして、凸手がかりと凹手がかりという 2 つの基本手法と、これらを組み合わせたコンビネーション手がかりという応用手法を提案する。

### 2.1 凸手がかり

凸手がかりは、ソフトウェアキーボードのキー上に手がかりを設置する手法である(図 1)。手がかりには、タッチスクリーンに設置しても、その上から指によるタッチの検出が可能な検出可能な材料を使用する。この手法の特徴は物理的な手がかりを与えつつ、ソフトウェアによるキーボードの書き換え(色やアニメーション効果等)が可能になる点である。

### 2.2 凹手がかり

凹手がかりは、ソフトウェアキーボードのキーとキーの間に手がかりを設置する手法である(図 1)。キーの上には手がかりを付与せず直接タッチ面を触ることができる。手がかりには、タッチスクリーン上に付与するとその上からは指によるタッチ検出が不可能になるような材料を使用する。この手法の特徴は、手がかりを付与することでタッチスクリーン上に検出不可能な領域ができるという点である。この特徴により、ユーザは非タイピング時に手がかり上に手指を置き休めることができる。そのため、キーボード入力時の手指への負荷や疲労が軽減される。

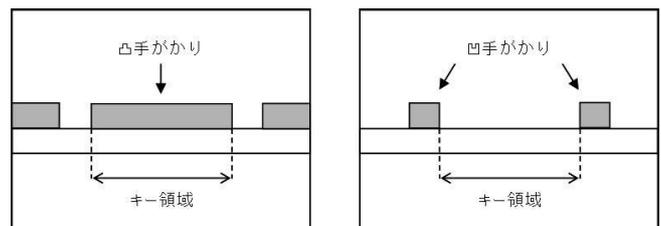


図 1: 凸手がかりと凹手がかり

### 2.3 コンビネーション手がかり

コンビネーション手がかりは、凸手がかりと凹手がかり

Tactile keytop design for a touch screen software keyboard

\*Takayuki Amano, †Kentarō Go,

\*Faculty of Engineering, University of Yamanashi,

†Interdisciplinary Graduate School of Medicine and Engineering, University of Yamanashi.

の特徴を組み合わせた手法である(図2)。キーを覆うように手がかりを設置する。ユーザが指を軽く触れただけでは反応しないが、ある閾値を超えて押し込むとタッチが検出できるようにする。この手法の特徴は、ホームポジションの位置に手指を置くことができる点である。

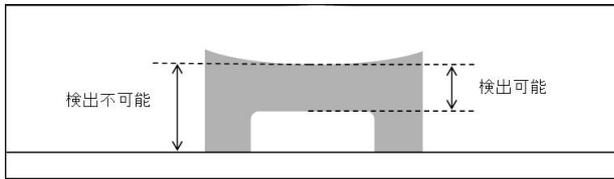


図2: コンビネーション手がかりの例

以下では、上記のタッチスクリーンキーボード用簡易手がかりのコンセプトが実現可能かどうかを検証する。

### 3. 検証1: 閾値の測定

検証1ではタッチスクリーン上に付与する物理的な手がかりのプロトタイプを紙(1枚約0.95mm)で作成するために有効な厚さを測定した。被験者10名による指の先と指の腹でのタッチ検出率の平均値を表1に示す。この結果より、凸手がかりに用いる紙の枚数は軽くタッチしても快適に反応できる8枚(7.60mm)以下とし、凹手がかりに用いる紙の枚数は強くタッチしても検出されないことがない14枚(13.30mm)以上とする。

表1: タッチ検出率の閾値

	99%以上	0%
指の先	8枚以下	12枚以上
指の腹	9枚以下	14枚以上

### 4. 検証2: 手がかりの試作と評価

検証1の結果から、物理的な手がかり(凸手がかり、凹手がかり)のプロトタイプを紙で作成し、手がかりのないタッチキーボードとのパフォーマンス評価を行った。

#### 4.1 実験計画

独立変数は3水準のタッチキーボード(手がかり無し、凸手がかり、凹手がかり)である。従属変数は1分間あたりの単語入力数であるWPM、エラー率、ISO9241-9に示される個別評定尺度の主観評価である。

タスクは各手法ともに10分間の練習時間を設け、その後、紙に提示した英語のことわざ20文をできるだけ速く正確に入力してもらった。1手法終わる毎に質問紙に回答してもらった。被験者は10名で、全員がQwerty配列のハードウェアキーボードの操作に十分慣れていた。

#### 4.2 実験結果

入力速度においてそれぞれの手法間に有意差はみられなかった。エラー率に関しては、提示文と入力文の対応付けが上手いはずなのに、一度間違えた後にエラーが続くことが頻繁に発生した。そのため、どの手法もエラー率が平均20%以上と高くなってしまい実用的な文字入力の評価として有効であるとはいえない結果となってしまった。

一方で主観評価の結果(図3)では、操作の快適性などに関する7つの設問において凸手がかりが他の手法とは異なる傾向をみせた。平均値が4を下回り、快適な操作であるとは言えなくなった。自由記述の回答では、タッチの検出が快適ではなかった、手がかりの形状が統一されていないためキーの種類の判別ができなかった、紙の手がかりなのでキーが隠され視覚的にもキーの判別が難しかった、などが挙げられた。

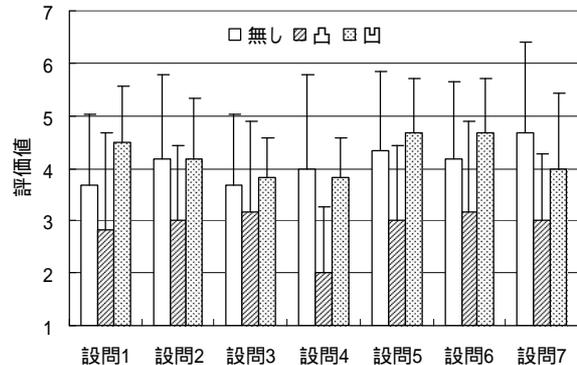


図3: 主観評価の平均値

実験結果から、物理的な手がかりをタッチキーボード上に設置するには2つの条件があることが判明した。1つ目は触覚のみでも自分がどのキーを押しているのかが分かること。2つ目は、手がかりがディスプレイの表示物を覆い隠さないことである。今回のプロトタイプではコンビネーション手がかりの作成は行わなかったが、今後これを透明素材で作成することでこれらの条件を満たすことができ、手がかりのないタッチキーボードよりもパフォーマンスが向上することが期待される。

### 5. おわりに

本稿では、従来型のタッチスクリーンに付与する簡易型の物理的な手がかりを与えるようなキーボードのデザインの可能性を検討した。凸手がかりと凹手がかりという2種類の基本手法と、コンビネーション手がかりという応用手法を提案した。また、これらのコンセプトの実現可能性を検証する実験を実施した。

今後の課題として、応用手法であるコンビネーション手がかりの試作と評価を行うことが挙げられる。また、今回得られた知見をもとにシリコン樹脂等の透明素材を使った試作を行う。

#### 参考文献

- [1] Sears, A., Revis, D., Swatski, J., Crittenden, R. and Shneiderman, B. Investigating touchscreen typing: The effect of keyboard size on typing speed, Behaviour and Information Technology, Vol. 12, No. 1, pp. 17-22, 1993.
- [2] 牧野泰才, 中妻 啓, 藤田裕之. ユビキタス触覚ディスプレイ, インタラクシオン2010論文集, pp. 225-226, 2010.
- [3] Weiss, M., Wagner, J., Jansen, Y., Jennings, R., Khoshabeh, R., Hollan, J.D., and Borchers, J. SLAP Widgets: Bridging the Gap Between Virtual and Physical Controls on Tabletops. Proc. CHI'09, pp. 481-490, 2009.
- [4] 4iThumbs2. <http://4iconcepts.com/ithumbs> (最終確認日: 2011/1/14).