

# GelKeyboard: テーブルトップシステムで用いるコンパクトなキーボード

## GelKeyboard: Compact keyboard on tabletop systems

横谷 知昂 佐藤 俊樹 小池 英樹\*

**Summary.** テーブルトップシステムにおける文字入力には、ソフトウェアキーボードでは触覚フィードバックがなくキーを押している感触がない、触覚フィードバックのあるキーボードを作ったとしてもフルキーボードであることが多く、テーブルのスペースを大きく占有してしまうといった問題点が挙げられる。そこで、これらの問題を解決するキーボードとしてGelKeyboardを提案する。入力スペースをコンパクトにまとめることでテーブルの占有面積を小さくし、キーボードとしての機能を損なわないよう、システムを実現した。本稿では、GelKeyboardの概要およびキーの検出手法を示す。

## 1 はじめに

従来のテーブルトップシステムの文字入力は、ソフトウェアキーボードによる入力手法が多く用いられていたが、この手法はテーブル表面を直接触ることになるため、触覚フィードバックがなく使いにくいという問題があった。

この問題に対し、テーブルトップシステムで使われる文字入力としてWeissらのSLAP [3]がある。SLAPでは、やわらかいシリコンを用いたキーボードを実装することで、テーブルトップで触覚フィードバックのある文字入力を可能にしている。しかし、SLAPで用いられるキーボードはフルキーボードで、テーブルのスペースを大きく占有してしまうという問題がある。また、認識用マーカが不透明であるという点も挙げられる。

ここで、小さいスペースで文字入力を行えるものの一例として携帯電話が挙げられる。日本における携帯電話の入力機構は、小さいスペースで多くの文字を入力できるが、目的の文字を入力するために同じキーを何度も押さなければならないという問題がある。これに対し、Apple社のiPhone [1]が挙げられる。iPhoneではタッチパネル式の画面を用いており、指でタッチした後にスライドさせるフリッカ入力によって素早い入力を可能にしている。しかし、フリッカ入力はiPhoneという特殊なデバイスでのみ用いられているため、テーブルトップシステム等の他のシステムやデバイスにそのまま流用することができず、汎用性に欠けるという問題がある。

そこで本稿では、テーブルトップで用いることができる、コンパクトな文字入力システムとしてGelKeyboardを提案する。

Copyright is held by the author(s).

\* Tomotaka Yokoya, Toshiki Sato and Hideki Koike, 電気通信大学 大学院情報システム学研究科 情報メディアシステム学専攻

## 2 GelKeyboardの概要

GelKeyboardはテーブルトップで用いる文字入力システムで、フルキーボードのように大きいスペースをとらず、小さいスペースで英語、日本語、数字の入力を行うことができる。

本システムは、我々がこれまでに提案してきたPhotoelasticTouch [2]の認識処理を利用している。PhotoelasticTouchでは透明弾性体の持つ光弾性効果を応用し、液晶ディスプレイから出る偏光をカメラで認識することにより、弾性体を押しした位置や強さ、圧力方向が検出できる。

処理の流れとして、以下に示すような4つの段階を経て文字の入力を行う。

### 1. キーボードの準備

図1に示すように、ディスプレイには横2.5cm、縦2.2cmのマスが5×4の格子状に表示されている。その上へ直径15cm、厚さ1cm程度の、指で簡単に押し込めるやわらかく平たい弾性体を乗せ、キーボードとして使用する。

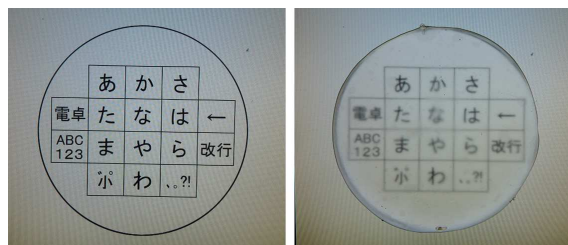


図1. キーボードの外観図 - 弾性体を被せる前(左)と被せた後(右)

### 2. 位置取得による大まかな文字の選択

文字のキーを押すと、そのキーに所属する文字が押したキーの上下左右に表示される(次ページ図2参照)。

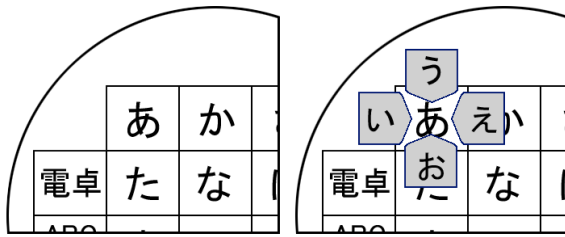


図 2. キーを押すと所属する文字が周りに表示される

3. 圧力変化による細かな文字の選択  
キーを押し続けたまま力を加える方向を変化させて、上下左右に表示されたキーを選択する。例えば上のキーを選択したい場合、押した位置から上の方向に力を加えれば良い。
4. 文字の決定  
最後に、キーを選択した状態のまま指を離し、選択されたキーの文字を入力する。

### 3 実装

本システムは PhotoelasticTouch の認識における、弾性体の押された位置と圧力方向を利用して

いる。  
文字の選択は、以下の2つの処理を交互に切り替えていくことで実現した。

- 弾性体が押された位置を検出することで、大まかな文字の選択を行う処理
- 弾性体が押された後の圧力方向を検出することで、細かな文字の選択を行う処理

前者は、ディスプレイの左上を原点とした座標系で位置が検出できるため、キーボードの表示位置にあわせた判定をすることで、文字の選択処理を行う。

後者は、まず弾性体が押された点を基準点として検出する。弾性体が押されている状態で圧力変化があると、カメラで認識された高輝度領域は、圧力変化のある方向へ移動する。そして、移動後の高輝度領域の重心点を検出することで、基準点からどちらの方向へ圧力変化があったかを知ることができる。この検出した2点間の距離と角度を計算し、文字の選択処理を行う。

図3のように、基準点を中心に90度の範囲で区切り、移動後の点が上下左右のどこにいるか、という判定をしている。また、基準点から閾値 $t$ の範囲に移動後の点がある場合、上下左右ではなく中心であるという判定をしている。

### 4 まとめと展望

本稿では、テーブルトップで用いることができる、テーブルの面積を大きく占有しないコンパクトな

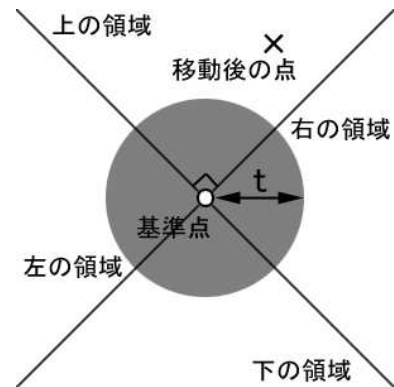


図 3. 選択処理の概念図 - 基準点と移動後の点の距離と角度を求める

キーボードとして GelKeyboard を提案した。弾性体の特性を効果的に活用することで、単なるタッチだけでなく、圧力方向を利用した新しいキーボードが実現できた。

現在は、決められた位置にしかキーボードを表示していない。そのため、実際のテーブルトップシステムで使用することを考えると、実用的とは言えない。これに対して、弾性体が置かれた絶対位置と角度が検出できれば、テーブルトップのどこでも使用可能になる。よって、弾性体を置いたときに特定位置を押してもらった等の動作を認識したり、透明なマーカーを仕込み弾性体を個別に認識したりすることで、自由な位置にキーボードを表示できるようになると考えられる。

また、入力に「押し込む」動作が必要になるため、iPhone のフリック入力等と比較すると、どうしても入力速度が遅くなってしまうという問題がある。この問題は、少し押しただけで反応するように認識処理を改良する、より圧力方向の検知しやすい材質の弾性体を用いる、といったことで解決できると考える。

### 参考文献

- [1] Apple - iPhone - Mobile phone, iPod, and Internet device. <http://www.apple.com/iphone/>.
- [2] T. Sato, H. Mamiya, H. Koike, and K. Fukuchi. PhotoelasticTouch: transparent rubbery interface using a LCD and photoelasticity. In *UIST '09: Proceedings of the 22nd annual ACM symposium on User interface software and technology*, 2009.
- [3] M. Weiss, J. Wagner, Y. Jansen, R. Jennings, R. Khoshabeh, J. D. Hollan, and J. Borchers. SLAP widgets: bridging the gap between virtual and physical controls on tabletops. In *CHI '09: Proceedings of the 27th international conference on Human factors in computing systems*, pp. 481–490, New York, NY, USA, 2009. ACM.