

タッチパッド入力の可能性

阿 部 直 哉

大阪学院大学情報学部

タッチパッドを用いた CVK 方式入力装置の概要を述べるとともに、従来の入力装置との比較を通して、本装置の特徴を考察した。CVK 方式は、タッチパッド上に仮想的に置かれたキー（操作キー）に指で触れることで、ディスプレイに表示されたキー（可視キー）の配列から、目的のキーを選択し、指を離れた瞬間、入力を確定するという仕組みを持つ。本装置は、非常に小型でありながら、タッチパネルなどと同様、キー配列を自由に変更できるため、初心者に分かりやすいインターフェースを作り出すことができる。その一方、操作キーと可視キーが 1 対 1 に対応しているため、習熟に伴って、キーボードに近い、高速な入力も可能である。他にも、操作が単純、疲れが少ないなど多くの長所を併せ持つ。

The Possibility of Touchpad as an Input Device

Naoya Abe

Faculty of Informatics, Osaka Gakuin University

The CVK input device is a unique device using a touchpad. I describe the outline of the device and compared it with keyboards, touch panels and pointing devices. In the CVK input device, visible keys are indicated on a display. Operable keys are on a touchpad and their arrangement corresponds to that of visible. When a user touches the touchpad with a finger, an operable key is temporally selected. He can change the candidate by sliding the finger on a touchpad until it apart. In this device the key arrangement is changeable freely as touch panels, which will realize a good user interface. Furthermore, a one-to-one correspondence between operative keys and visible keys enables efficient input with experience as keyboards. This device also has some good points, such as its small size, operation by a thumb with a hand, simple operation and a minimum of fatigue.

1. はじめに

CVK 方式の入力装置は、タッチパッドを用いた新しいタイプの入力装置である[1]。元々、小型情報機器用に開発したものだが、表示装置が付属する機器であれば、携帯電話からパソコンまで、どんなものにも応用可能である。

本稿では、CVK 方式の概要について述べた上、キーボード、タッチパネル、ポインティングデバイスなど従来の入力装置との比較を通して、その特徴について考える。

2. CVK 方式とは

CVK 方式の入力装置は、タッチパッド、ディスプレイ、およびタッチパッドからの信号を

処理し、ディスプレイに信号を送る処理装置から構成されている。

タッチパッド上には、複数のキー（操作キー）が境を接して仮想的に配置されている（図 1a）。ディスプレイには、操作キーに対応したキー（可視キー）が表示される（図 1b）。入力操作は、可視キーを見ながら、タッチパッドに指で触れて行う。タッチパッドとの接触が継続している間、選択されているキーの候補は、タッチパッドとの接触点を移動することで、変更できる（仮選択の状態）。仮選択中のキーは、色が変わるなど、表示されたキー配列上で確認できる。入力が確定するのは、タッチパッドとの接触が終わった時点である。これを選択後確定方式と呼ぶ。

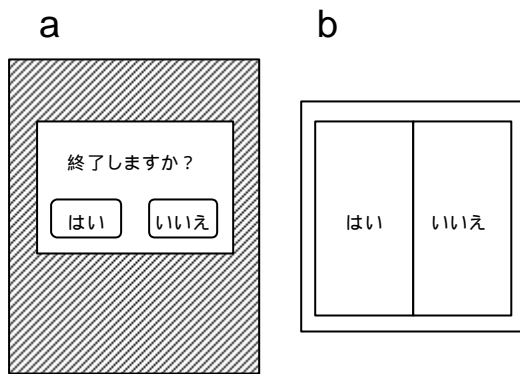


図1 CVK方式の入力装置におけるディスプレイ上の可視キー(a)とタッチパッド上の操作キー(b)の例.

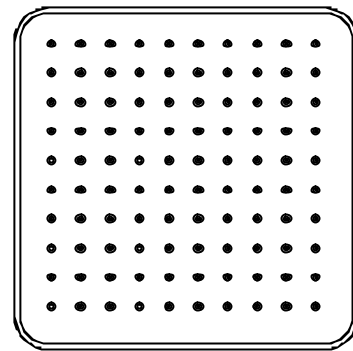


図2 タッチパッド表面の加工例.

CVK方式の入力装置は、ユーザーが安定して入力を行えるように、次のような入力安定化機構を備える。

1. タッチパッド表面の加工

タッチパッド表面に、突起、溝等を設けることによって、タッチパッド上で指を滑らせる際に、上下方向、左右方向を指先で感知できる(図2)。

2. 仮選択中のキーサイズの一時的な拡大

隣り合った操作キーの境界部付近を指で触れたとき、2つのキー間でチャタリングを起こす可能性がある。これを防止するために、指がタッチパッドに触れた瞬間に、その接触点を含むキーのサイズを上下左右に拡大する(図3)。仮選択されたキーの拡大に伴って、その周囲のキーも移動させる。このとき、仮選択キーの上下、または、左右方向に並ぶキーの幅、または、高さが拡大されるため、多数のキーが高密度に配されていても、上下左右方向の移動がスムーズに行えるという効果を同時にもたらす。

3. 確定直前のキーコード変化の無視

タッチパッドから出力される座標値は、指を離す瞬間にゆらぐことがあるため、ユーザーの意図しないキーが入力されてしまう危険がある。これを防止するために、仮選択中のキーのコードを一定時間間隔でバッファ中に蓄えておき、このコードがタッチパッドからの信号がなくなる直前に変化した場合は、それを破棄し、それ以前に取得したコードに置き換える。

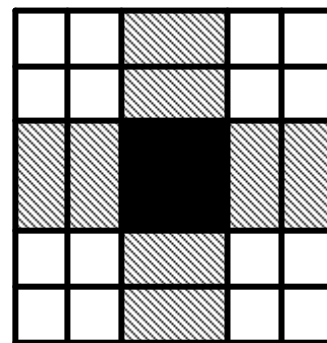


図3 タッチパッドに接触したときに起こる操作キーの拡大. 黒く塗りつぶした所が接触点を含む拡大した操作キーを示す。その上下、左右のキーも、それぞれ幅、高さが広がっていることに注意(斜線部)。

3. 従来の入力装置の特徴

3.1 キーボード

ボタン式のキーボードは、習熟するときわめて高速な入力が行えるようになる。キーボードに慣れてくると、キーを見なくても指先の感覚と体で覚えたキー配列によって、無意識な操作が可能となるからだ。

その一方で、キーボード操作は、使い慣れない人にとって、きわめて難しい。たとえば、パソコンのキーボードの場合、100以上とボタンの数が非常に多い。その上、アルファベットや

かなキーの配列には、規則性がないため、そこから目的のキーを選び出すだけでも大変である。しかも、100以上のキーがあっても、キーが不足するため、1つのキーに複数の機能が割り当てられている。たとえば、「3」のキーには、他に「#」、「あ」、「ぁ」の3つの記号や文字が刻印されている。TABキーやCtrlキーなどの特殊キーの場合には、場面ごとでキーの機能が異なったりする。したがって、これらのキーを正しく使い分けるためには、相当の知識と経験が要求される。

携帯電話のように小型の機器では、キーボード部分も小さくならざるを得ない。各ボタンのサイズは、それほど小さくできないため、ボタンの数が減らされる。それによってキーを捜す手間は減るが、一方、1つのキーに与えられる機能の数はますます増える結果となる。それは、日本語入力の際に、キーを押す回数が増えるといった操作の非効率化を生むだけでなく、目的の機能がどのキーで実現されるのかが分かりづらくなり、ユーザビリティの低下を招く。

3.2 タッチパネル方式

タッチパネル方式の入力装置は、キーボードとは対照的な入力装置である。つまり、初心者には分かりやすいが、操作性が悪く、効率的な入力は望めない。

タッチパネル方式が分かりやすいのは、キーが固定されたキーボードとは異なり、状況に応じて、必要なキーだけをディスプレイに表示できるからである。操作方法がボタン式のものとは変わらないという点も、この方式の分かりやすさを生んでいる。もちろん、デザインの良し悪しによって、その使いやすさは著しく異なるが、うまくデザインされたタッチパネル方式の入力装置は、初めて使う人をさほど悩ますことはない。

ところが、タッチパネルは、操作方法がキーボードと同様であるにもかかわらず、操作性は、キーボードほど優れていない。その理由の一つは、ディスプレイと操作面が同じであるため、操作時に無理な姿勢を取らざるを得ない点にある。これは、ディスプレイの置き方を工夫することで、いくらか解消することはできるだろう。

もう1つの理由は、指で操作しようとした際に、指がキーの一部を隠してしまうため、目的

のキーを選択するのが困難になることにある。ボタン式のキーボードでも同様のことが起こりうるが、ボタンは、各キーを指先の感覚で識別できるため、さほど問題にはならない。しかも、ボタンと異なり、指先でキーを押したときの手ごたえを感じることもない。

こうした理由から、タッチパネルを指で操作するためにはキーのサイズをかなり大きくせざるを得ない。おそらく、指の幅よりも大きなサイズでないと、使いにくいだろう。それよりも小さいキーの操作は、スタイラスペンを使うことになる。だが、小さなキーをスタイラスペンで押す作業は、決して操作性がよいとはいえない。また、常にスタイラスペンを携帯しなければならないこと自体も問題点の1つである。

ディスプレイ表面が汚れるという点もタッチパネル方式の欠点の1つである。

3.3 ポインティング方式

ポインティングデバイスは、キーボードやタッチパネル方式などとは、タイプの異なる入力装置である。つまり、画面に表示されたポインタを移動して、画面上の様々なオブジェクトを選択するために用いられる(ただし、タッチパネルを用いても、こうした操作は可能である)。しかし、タッチパネル方式と同様、画面に可視キーを表示させ、それを選択することで、文字の入力などキーボードと同等の機能を持たせることができる。ポインティングデバイスのこのような利用の仕方をポインティング方式と呼ぶことにする。

ポインティング方式の入力装置は、初心者には比較的分かりやすいが、効率的な入力が難しい。タッチパネルとは、一長一短である。

ポインティング方式の入力装置は、ディスプレイにキーを表示し、そこから選択するという入力の仕組みから見れば、タッチパネル式と似通っている。そして、タッチパネル同様、自由にキー配列を変更でき、初心者にも分かりやすいユーザーインターフェースを提供できる。しかし、タッチパネルのように直接、画面に触れるのではなく、マウス操作などで、間接的に選択するという点で、操作方法が幾分分かりにくい。さらに、マウス、トラックボール、スティック型、そしてタッチパッドのどれを使っても、ポインタを思い通りに動かすには、慣れを必要とする。

一方、タッチパネルよりも優れているのは、指でキーを隠すことがないため、確実な操作が可能である。また、クリックによってキー選択したときに、キーの色や形を変化させることで、ユーザーは操作が行われたことを確認できる。また、表示キーのサイズもタッチパネル式に比べれば、小型化できるため、キーのデザインの自由度が高い。

4. CVK方式の特徴

4.1 仕組みからみた CVK方式

CVK方式は、画面に表示されたキーを見ながらタッチパッドを用いて入力するという点からすれば、ポインティング方式と似通っているように見える。しかし、これらの方式間には大きな相違がある。

タッチパッドは、長方形の板と指が接触したときに、 xy 平面におけるその接触点の座標をリアルタイムに出力する装置である。マウス、トラックボール、スティック式なども、ポインティングデバイスとして使われているが、その出力の特性は、タッチパッドと異なっており、 x 座標、 y 座標そのものではなく、それらを微分したもの、つまり、一定時間中の各座標の変化量が出力される。ポインティングデバイスは、画面に表示されたポイントを移動させるために使われる。それには、一定時間ごとに、 x 軸、 y 軸方向の変化量が与えられるだけでよく、これらの装置がポインティングデバイスとして使われている理由は、まさにそこにある。

一方、タッチパッドをポインティングデバイスとして利用する場合には、リアルタイムに平面座標の値が得られるにもかかわらず、それを微分し、情報量を減らして使っている。その意味で、タッチパッドをポインティングデバイスとして使うのは、決して、その特性を生かしきった利用法とは言えない。

CVK方式では、タッチパッドから出力される平面座標の値をそのまま用いている。言い換えると、ポインティング方式では、装置から出力される相対座標を利用し、一方、CVK方式では、絶対座標を利用している。それが、ポインティング方式との最も大きな違いである。

タッチパッドには、座標の値に加え、もう1種類の情報を持つ。それは、タッチパッドと指との接触の有無であり、これによって、スイッ

チング動作を起こさせることができる。CVK方式では、タッチパッドから指を離れた瞬間に入力の確定を行うことで、この出力特性も利用している。しかし、ポインティング方式のタッチパッドでは、この情報は無視されており、入力の確定時には、他のポインティングデバイス同様、別に用意されたボタンを使う。これも、CVK方式との相違点である。

装置の仕組みから見れば、CVK方式は、ポインティング方式よりも、むしろタッチパネル方式に近い。タッチパネル方式では、タッチパネル上の接触点の絶対座標によって、選択されたキーの位置を特定しているからだ。つまり、タッチパネル上には、画面に表示されたキー配列と対応する操作キーが並んでいるとみなすことができる。CVK方式は、このタッチパネルをディスプレイ上から分離した方式である。ところが、分離してしまうと、ユーザーは目的のキーのタッチパッド上での位置を正確に特定することができない。選択後確定方式、つまり、指を離すまでは、選択した候補を変更できるという方法が採用されているのは、この点を解決するための必然的な結果である。

以下では、キーボードなど、従来の入力装置との比較を通して、CVK方式の入力装置の特徴をみていく。

4.2 装置のサイズと操作姿勢

ノート型パソコンでは、タッチパッドがキーボードの手前に埋め込まれている。しかし、タッチパッドは、このように水平面に固定して使うよりも、携帯電話のように、片手で保持し、親指で操作する方が、安定した操作感が得られるようだ。この場合、親指の稼働範囲から、タッチパッドのサイズは3.5~4cm四方の正方形に近い形状がよいだろう。CVK方式では、入力安定化機構により、タッチパッド上に高密度で操作キーを配置できる。試作機では、1つのキーサイズを1辺3mm程度にしても安定した動作が得られている。したがって、上記のサイズのタッチパッド上に100以上のキーを配置することが可能である。CVK方式では、たとえば、これ以上のサイズがあっても、性能や操作性は、向上しないだろう。

キーボードでもボタンの数を減らすことで、小型化することは可能であるが、大型のものに比べれば、操作性が低下することは避けられな

い。タッチパネル方式では、指での操作を前提とすれば、1つのキーをあまり小さくできないため、装置のサイズを小型化することはできない。ポインティング方式の場合、ポインティングデバイスの種類にもよるが、タッチパッドを使えば、CVK方式と同程度のサイズにできる。

4.3 キーレイアウト

CVK方式では、タッチパネル方式やポインティング方式と同様に、ディスプレイ上にキーを表示するため、場面に応じて、キーレイアウトを変更することができる。ただし、キーレイアウトにはいくらかの制約がある。

ディスプレイ上の可視キーは、原則として、タッチパッド上の操作キーと1対1に対応し、かつ、各キーのキー配列中での相対的な位置が、ディスプレイとタッチパッド、双方で同じでなければならない。したがって、可視キーは、ディスプレイのある四角形状の範囲に配置されている必要がある。ただし、操作キーは、隙間をおかず配置されるが、可視キーが離れて配置されているのは構わない(図1)。また、キーの総数が安定して操作できるキー数の上限によって制約される。

キーレイアウトの自由度に関しては、タッチパネル方式では、キーのサイズ上の制約があるため、ポインティング方式が最も高い。

CVK方式は、このように場面に応じて、いくらかでもキーレイアウトを変更でき、また、一部制約はあるものの、かなり自由なキー配置を取ることができる。これによって、ユーザーに分かりやすいインターフェースを提供することが可能である。

4.4 操作性

入力装置では、操作性がきわめて大切である。これは、入力が単純な操作で、思い通りに、効率よくできるかにかかっている。また、確かな手ごたえといった操作感も重要であろう。

CVK方式では、こうした操作性と関連する装置の特性として、まず、ディスプレイ上の可視キーにタッチパッド上の操作キーが1対1に対応していることが挙げられる。ユーザーは、これによって操作キーのおおよその位置を特定できるため、効率のよい操作が可能となる。また、キーから指を離せば確定するという単純な操作方法も入力の効率化につながっている。キーの数を適度に減らせば、操作に習熟に伴い、

操作キーの位置を直ちに特定できるようになることで、キーボードに近い高速の入力も可能になるだろう。

選択後確定方式も、CVK方式の操作性に大きな影響を及ぼしている。これによって、ユーザーの最初に触れた操作キーが目的のキーではなかった場合でも、可視キーを参照しながら、目的のキーに到達するまで、仮選択キーを変えていくことができる。ユーザーは、この間、タッチパッド上での指の位置を意識しながら、可視キーだけを見ていればよい。手元をまったく見る必要がなく、目線の移動を押さえることができる。キーボードでは、タッチタイピングができないと、手元を頻繁に確認することが必要となり、ユーザーの負担となっている。ユーザーへの負担という点で付け加えれば、CVK方式の、指をタッチパッドに触れ、移動し、離すという操作は、ほとんど力を必要としないため、キーボードのように使いすぎによる腱鞘炎の心配もない。

選択後確定方式は、操作結果を修正でき、それが常に、ディスプレイ上の可視キーを通して、フィードバックされるため、ユーザーに操作の安心感や手ごたえも与える。

操作状況がディスプレイを通じて、視覚的にフィードバックされるという特性は、ポインティング方式の入力装置にも見られる。ただ異なるのは、CVK方式では、すでに述べたように操作キーと可視キーが1対1に対応していて、操作キー配列すべてがタッチパッドの全面に収まっていることである。そのため、入力候補の変更時にも、操作を効率的に進めることができる。さらに、視覚的なフィードバックの代わりに、音声によるフィードバックによって、視覚障害者用の入力装置を作ることも可能となる。

可視キーと操作キーの1対1に対応により、メニュー選択形式の操作や多くの行からなるリストから特定の行を選択するといった操作も、効率よく行える。ポインティングデバイスでも、ポインタの移動によって、こうした操作が比較的効率よくできるが、CVK方式では、さらに高速な選択が可能である。

5. 終わりに

ここまで述べてきたように、CVK方式の入

力装置は、従来の装置に比べ、多くの長所がある一方、目立った欠点がないと考えられる。今後、ユーザビリティテストなどを通じて、それらを実証していく必要がある。また、これらの長所を生かして、様々な機器への実装を試みていきたい。

参考文献

- [1] 阿部: 携帯電話用入力システムの開発; 日
本人間工学会誌, Vol. 38, Supplement,
pp560-561 (2002).