

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2章

Behind Touch 入力デバイスの開発

2.1 はじめに

本章では、Behind Touch 入力デバイス試作機の開発・制作について述べる。商品化を考えた場合、メーカーとしては新たなデバイスを開発するよりも、安価で量産可能な既存の技術の組み合わせで構成されたデバイスの方が受け入れやすいであろう。このことを考慮して、Behind Touch 入力デバイスの試作機を制作するために利用可能な技術・電子部品の検討を行った。Behind Touch 入力デバイスには、指が触れたことを検知するタッチセンシングの技術を活用した押しボタンが必要である。以下のように、Behind Touch 入力デバイスに利用可能なタッチセンサおよびボタンを検討した。

a) ボタン毎に独立した押しボタン

現在携帯電話に使用されている押しボタンの改良板で、微小な（触れた時の）指の圧力とボタンを意図的に押した時の2種類の指の動作を検知するスイッチが技術的に実現可能である。携帯電話のボタンと同様に、押した時のクリック感を付けることができる。クリック感を生じさせる金属ドームの大きさに制約があり、ボタン間隔を狭めるには限界がある。

押しボタン表面に導通のある素材を使用し、タッチセンサを実装する方法[5]がある。また、抵抗膜タッチパネルの技術を応用したエンブレムシートボタンが Sony 社のポータブル MP3 プレイヤーに採用されている。抵抗膜を使用したスイッチは、安価に生産することが可能であるとされている。

b) タッチパネル方式

タッチパネルには、ノートパソコンに使用されている静電方式や、ディスプレイの表面に付けられる透明な抵抗膜方式、高価ではあるが耐久性が強い光学式などがある。静電方式は、指以外の物が触れても反応しないという特徴があるが、表面に凸ボタンを取り付けることができない。抵抗膜方式は、最も安価

で広くタッチディスプレイに使用されている。微小な圧力を検知するセンサなので、表面にボタンを貼り付けることができる。

Behind Touch では、指の触覚でボタンを判別できればよいことや、デバイスの小型化を目指しているため、従来の携帯電話の12キーよりもボタン間隔が狭い。よって、指が複数のボタンに触れる場合があり、ボタン毎に独立した押しボタンでは、ユーザがどのボタンに意図的に触れているのかを判別することが困難である。また、ボタン毎に独立したボタンでは、第4章で述べる操作中に移動する指の位置を検知できない問題がある。検討の結果、本研究の試作機には、安価で表面に凸ボタンを貼り付けることができる抵抗膜方式の小型タッチパネルを採用した。

2.2 Behind Touch 入力デバイス試作機-1 の制作

2.2.1 試作機-1 本体

最初に制作した試作機-1では、抵抗膜方式である市販品のタッチパッドを使用した(図2.1)。抵抗膜方式は操作面に指が触れた一箇所の位置座標を検出するだけである。入力された座標から座標変換を行い、触れているボタンを画面に表示する。試作機は、使用した部品の内部基板サイズの制約から、取手だけを一般的な棒タイプの携帯電話サイズである幅45mmとした。板バネとなる薄いプラスチック板に取付けられたタッチパッドは、上下に可動する。パソコンのマウスに使用されているスイッチをタッチパッド背面に取付け、少し押した時のクリックとタッチパッドに触れている座標のデータをパソコンの実行プログラムに送る。

操作面には、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。

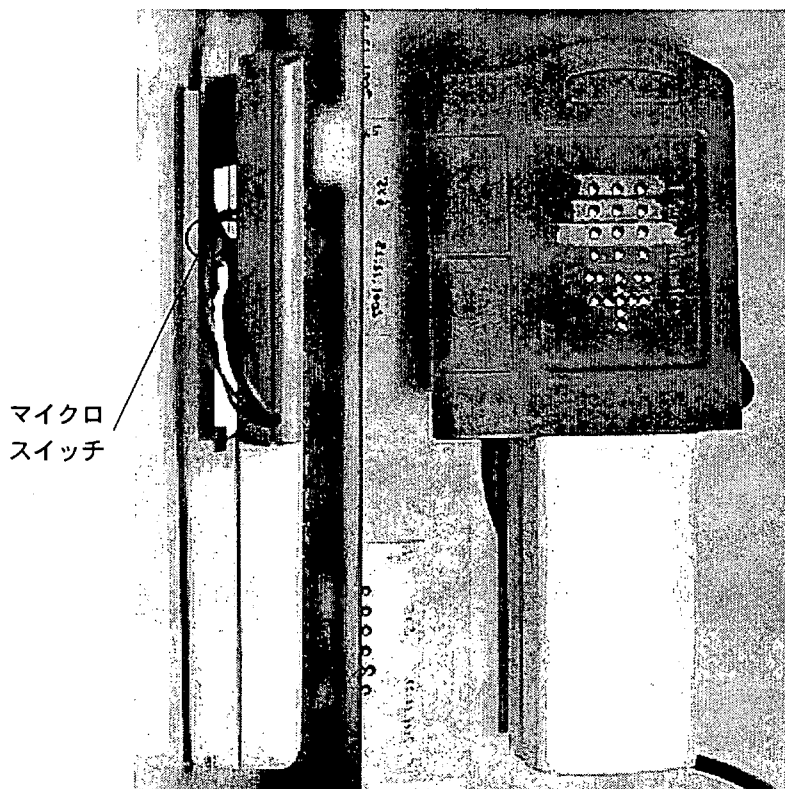


図 2.1 Behind Touch デバイスの試作機 -1

加工したフィルムを張り替えることによって、様々なボタンレイアウト・形状を検討できる。

2.2.2 試作機 -1 操作面

試作機-1で予備実験を行った結果、凸ボタン形状が無い場合[19]、つまり触覚によるボタンのフィードバックが無い場合には、ボタンを選択することは困難であった。触覚フィードバックは、ボタン位置をより明確に認識させて、指先のわずかな動きから別のボタンが選択されてしまう現象を抑える効果がある。

最初の試作機では、フィルムに穴を空け、そこに丸頭の真鍮釘を接着剤で固定し、フィルムからはみ出した部分を削り取る方法で操作面を制作した（図

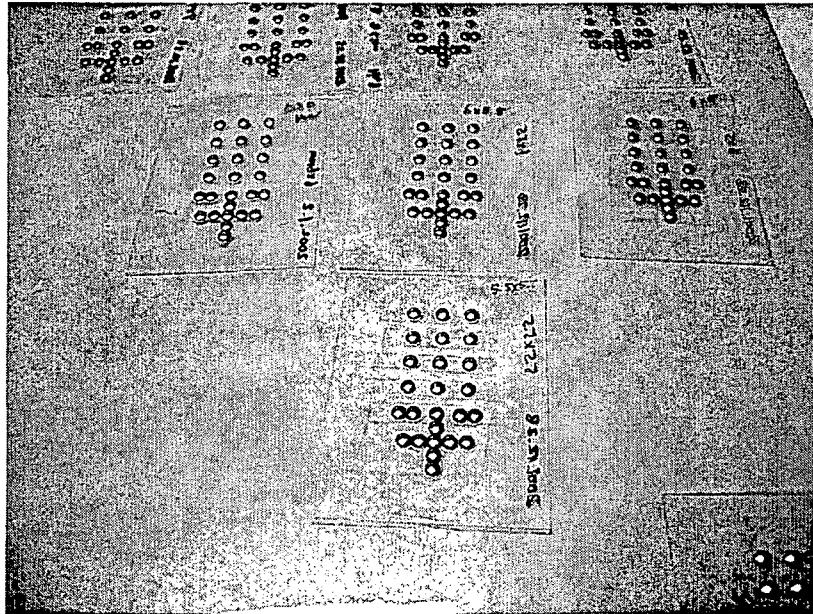


図 2.2 試作機-1 操作面の試作

2.2)。釘の頭は、直径約 2.5mm、高さ約 0.5mm の半球形状であるが、釘の品質上の問題から形には誤差がある。キーレイアウトは、携帯電話と同じ 3 × 4 の配列とした。5 ~ 7mm の範囲で 9 種類のボタン間隔の操作面を用意した (図 2.3)。

2.2.3 試作機-1 評価

9 種類のボタン間隔の異なる操作面を使用し、数人の被験者による 11 桁の数字を入力する実験を行った。試作入力デバイスを用いて、パソコンのアプリケーションを操作する。パソコンからの映像を表示可能な小型液晶の入手が困難であったため、デバイスの表面に配置するディスプレイの代わりにパソコンの画面を使用した (図 2.4)。試作機-1 では、実験を繰り返すうちに入力速度が上がり、ボタン間隔の違いによる入力速度の大きな差は見られなかった。ボタ

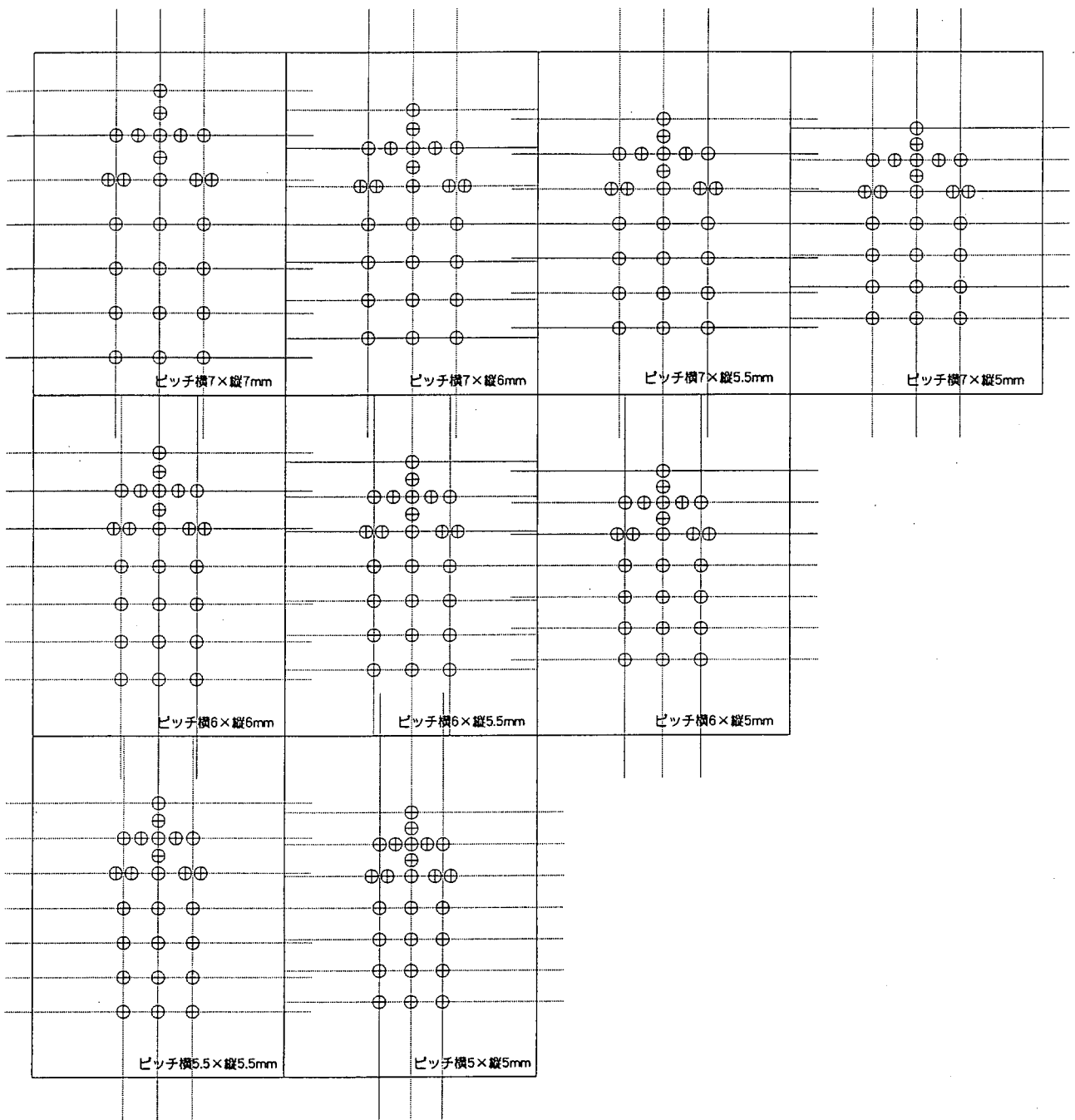


図 2.3 実験で使したボタンの間隔

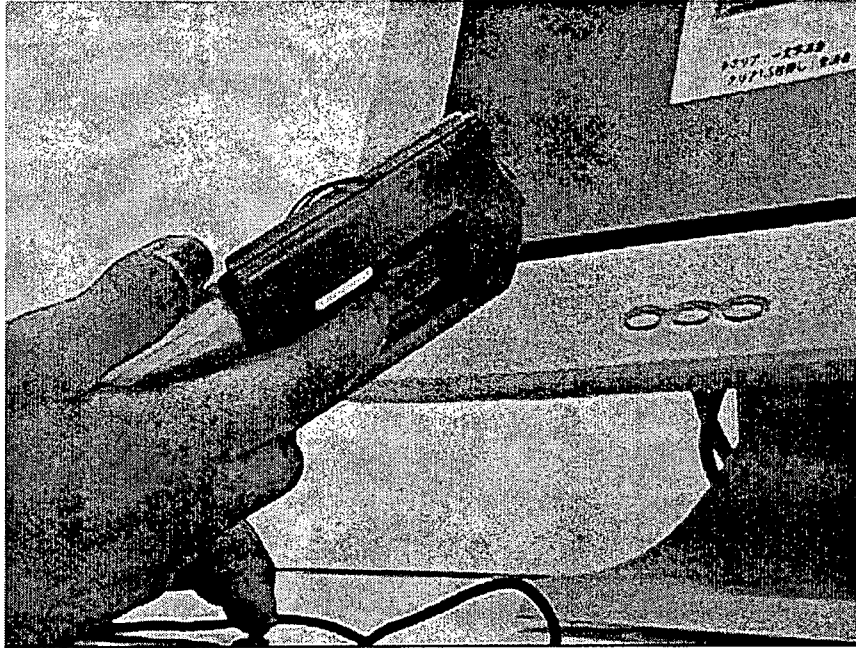


図 2.4 試作機-1 操作性実験の様子

ン間隔は、5mm～6mm程度で十分使用可能であった。被験者から試作機-1に対する、以下の問題点が指摘された。

- a) ボタン凸部または接着部が指に引掛かり、滑らかな指の移動が難しい。
 - b) 押しボタンが硬くストロークが大きいいため、素早い操作ができない。また、クリック時にわずかに指が動いてしまい、他のボタンを選択・実行してしまう場合があり、誤入力の原因になっている。
 - c) グリップ部と比べて操作面のタッチ패드デバイスの横幅が大きいため、握り方や指の位置に制約がある。携帯電話を手を持った感覚と異なる。
- a)の問題から、Behind Touchでは、ボタンに触れたまま指を動かすことが多く、操作面の触覚が操作性に大きく影響していることが分かる。試作機-1では、現状の携帯電話ほどの入力効率を得ることができなかった。しかし、入力は十分に可能であり、Behind Touchの可能性を確信できた。画面が操作面と

離れていることと、実際の指の動きと画面上での動きの量が比例関係であることについては、問題がないことが分かった。

2.3 Behind Touch 入力デバイス試作機-2の制作

試作機-1の問題点であったデバイスの形状・ボタン形状・スイッチの硬さおよびストロークの改善を目指して試作機-2を制作した。

2.3.1 試作機-2 本体の改善

図2.5に示すように、DMC社製のタッチパネルドライバ基板を使用することによって、小型化が可能となり現在の携帯電話に形状を近付けることができた

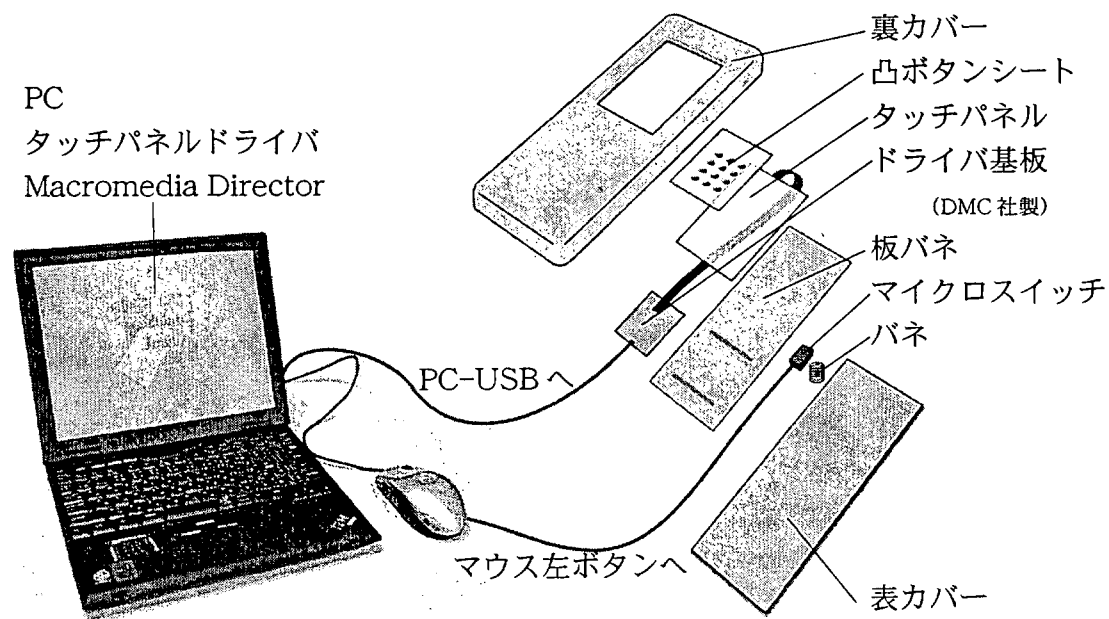


図 2.5 試作機-2 システム図



図 2.6 試作機-2 外観

(図2.6)。また、マイクロスイッチと小さなバネを使用することで、クリック感を確保しながらスイッチの硬さ・ストロークを調節した。

2.3.2 試作機-2 操作面の改善

丸頭の釘をフィルムに接着する方法では、制作上の精度の問題から指が引掛かり滑らかな指の移動ができなかった。よって、1枚のフィルムを裏から押し出して複数の凸ボタンを制作する方法を試みた(図2.6)。この方法では、ボタンの大きさや凸の程度を自由に作ることができる。球状に約0.5mm押し出したボタンでは、凸形状の感触が十分にあり、指の移動がスムーズになり、滑らかな指の移動ができない問題は改善された。加工したフィルムをタッチパッド

に張り付けて使用すると、フィルムの歪みから座標取得に若干の誤差がでる場合があるがソフトウェア側で補正を行うこととする。

2.4 背面操作における人差指の可動範囲

携帯電話に Behind Touch の背面操作を適用した場合、従来の携帯電話操作と大きく異なる点は、親指操作から人差指操作に変わることである。経験から親指より人差指の方が細かな作業が得意であると考えられる。しかし、人差指は、親指に比べて長いが左右に動かせる範囲が狭い。よって、Behind Touch 背面操作のための快適な人差指の可動範囲を以下の実験によって測定した。

2.4.1 実験方法

背面操作における快適な人差指の可動範囲を調べるために、4mm 間隔 9×9 ボタンの操作面を試作した (図 2.7)。これは、5 名の被験者が人差指の触覚で凸形状のボタンを十分に認識できたボタン間隔である。まず被験者は、中央のボタンを基準として、操作しやすい位置でデバイスを持つ。そのまま持ち方を変えないようにして、合計 81 個の各ボタンを数回クリックし、操作性を評価する。触れているボタンや押したボタンは、ノートパソコンの画面を見ながら確認を行う (図 2.8)。予備実験の結果、クリック操作を伴わない場合、指の可動範囲は広くなることが分かっている。実験は、ボタンの押しやすさに対する評価であり、指を動かして特定のボタンを短時間に認識する操作への評価は含まない。中央のボタンを評価 A として、以下の 3 段階主観評価を行う。

A) 良い。中央のボタンと同様に問題なく操作ができる。

B) 少し使いにくい。中央のボタンほどではないが、操作は可能。

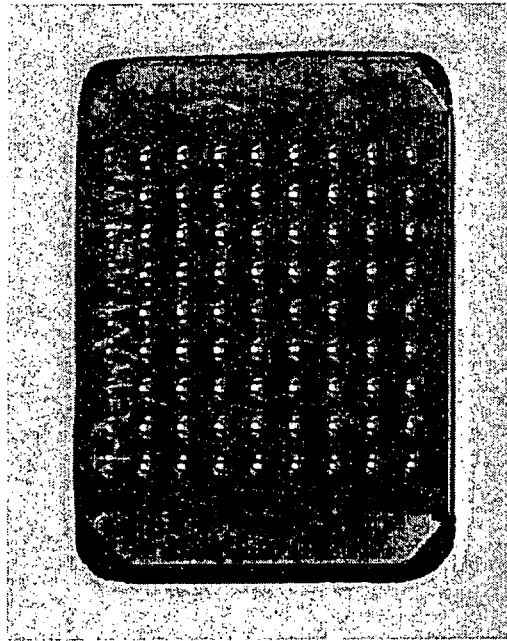


図 2.7 快適な人差指の可動範囲を調べるための操作面形状

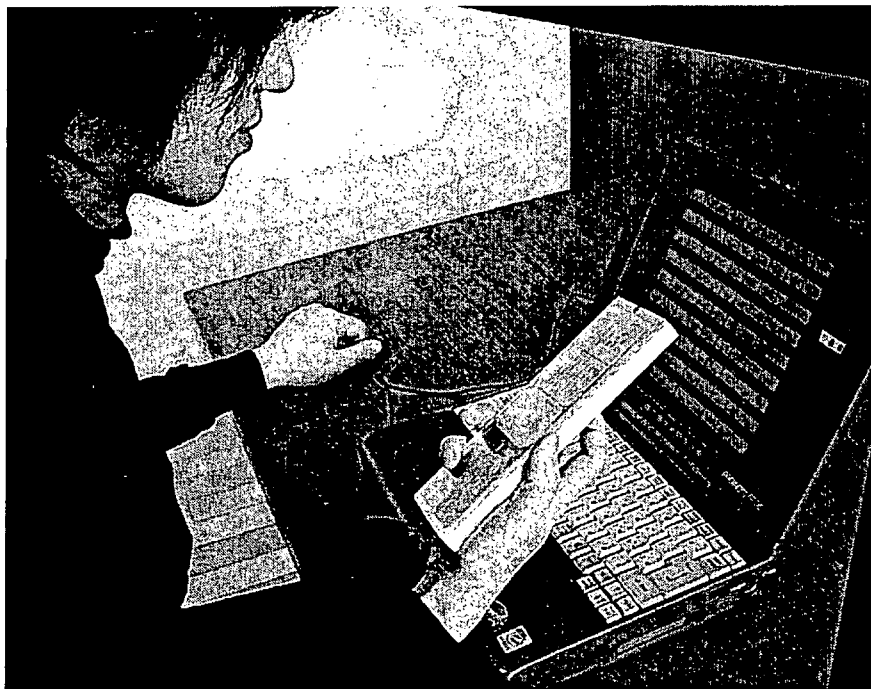


図 2.8 人差指の可動範囲を調べるための実験の様子

C)悪い。操作が難しい、または指が十分に届かない。

5名の被験者は全員右利きで、右手による評価を20分間隔で2回行った。

2.4.2 実験結果

実験結果を「A)良い」を黒に、「B)少し使いにくい」をグレイ50%に、「C)悪い」を白として、被験者5名の平均をグレイの濃度で図2.9に示す。背面のボタンを表のディスプレイ側から見た図である。中央のボタンは、評価Aとした基準である。中央から左下の範囲で評価が高く、上・右方向では、急激に評価が下がり操作が困難であった。中央付近の9個のボタンに対し、全ての被験者が評価Aとしている。

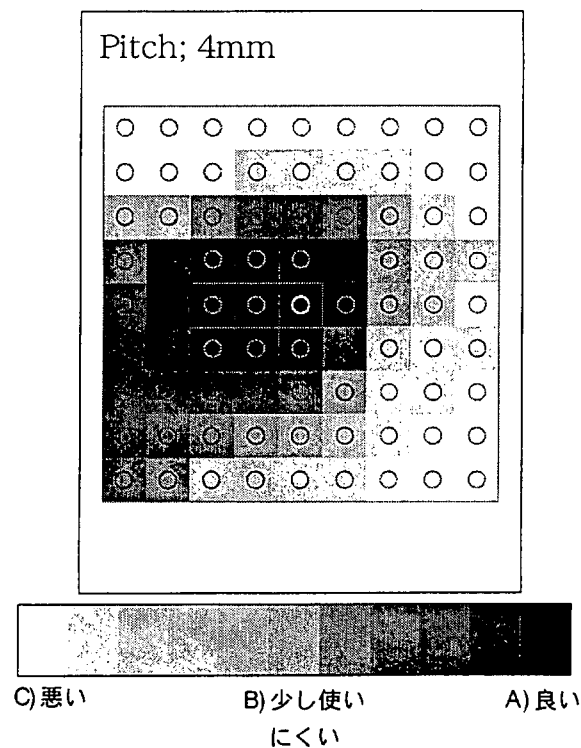


図2.9 中央のボタンを基準とした人差指（右手）操作の評価（被験者5名）

2.4.3 考察

主観評価であることと、4mmのボタン間隔での評価であるため、正確な操作有効範囲を判断することはできないが、左手での操作を考慮して左右対称とし、直径約20mmの円形の範囲を十分に操作可能な範囲として試作機を制作する基準とした(図2.10、2.11)。主要な12キーの間隔は、横約5.5mm/縦約5mmとした。また、左下に伸びる濃いグレイの部分で、操作頻度が少なく左右同じ機能ボタンであれば操作可能な範囲とした。操作性の良い範囲が中心からずれているが、デバイスの形状が手の持ち方に影響を与えている可能性がある。デバイスの中心をずらす方法や、角度を付ける方法も考えられる。その場合には、左右両方の手に対応させる必要がある。

試作機-2は、十分に実用性があると感じられるレベルに至ったので、この試作機-2入力デバイスを使用し、次章以降では文字入力などの操作を行うための画面インターフェースの開発について述べる。

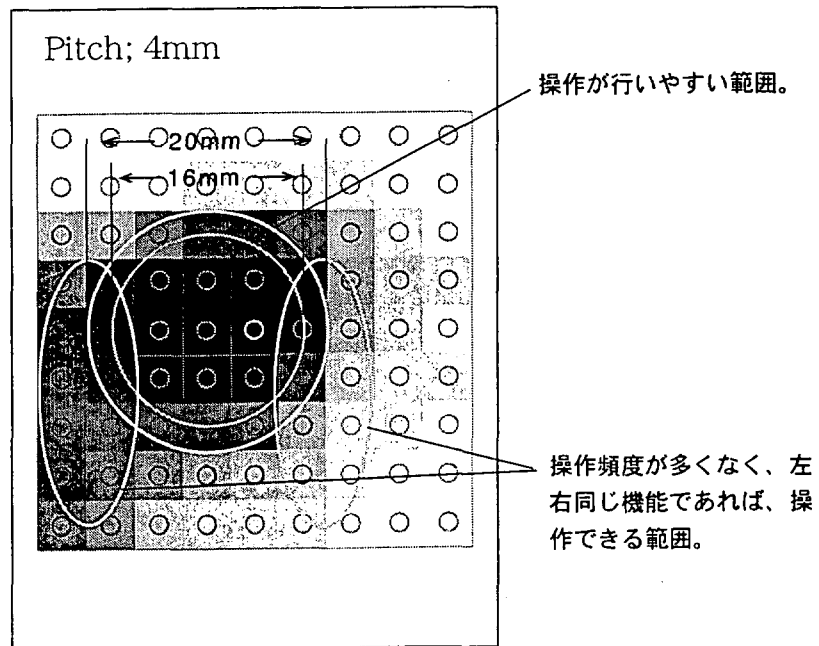


図 2.10 試作機の基準となる人差指の操作可動範囲

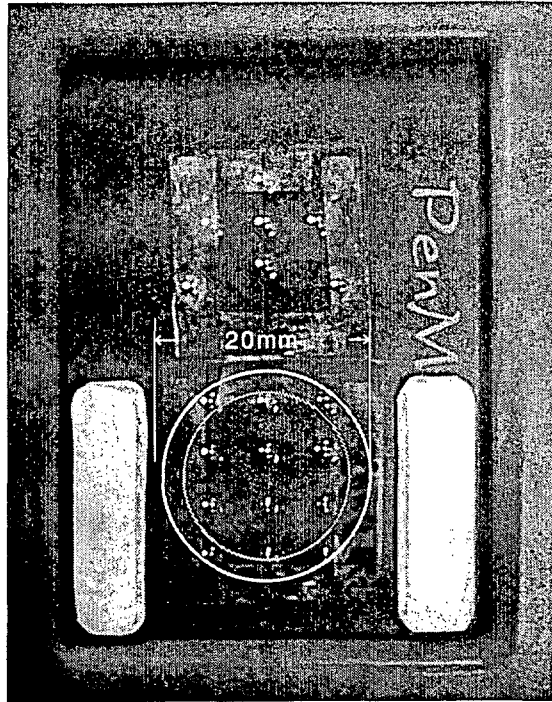


図 2.11 試作機 -2 のボタン間隔