

ポイント手法についての評価

竹村 治雄 辻野 嘉宏 荒木 俊郎 都倉 信樹
大阪大学 基礎工学部

本報告では、ポイント装置とこれを利用するためのソフトウェア手法との組み合わせ（ポイント手法）の効果について実験結果をもとに論じている。実験では、マウス、タッチパネル、カーソルキーの3種類のポイント装置について、それぞれ数種類のポイント手法を用意し、メニュー、アイコン、テキスト中の語の3種類の選択対象に対するポイント動作の所要時間、エラー率などを測定した。その結果、(1)ポイント動作のために机上に広いスペースを必要とするマウスを、より狭いスペースであまりポイント効率を落とさずに利用することができる、(2)一般にポイント効率の悪いとされるカーソルキーでもメニュー選択のモデルでは他の装置と同程度にポイントできる、(3)ポイント手法が効率に影響を持ちポイント装置の長所を引出し欠点を補える、などの結果が得られた。

Evaluations of Pointing Methods

Haruo Takemura Yoshihiro Tsujino Toshiro Araki Nobuki Tokura
Faculty of Engineering Science, Osaka University
1-1, Machikaneyama, Toyonaka, Osaka, 560 Japan

Effects of controlling software for pointing devices are discussed based on results of an experiment. We picked up several pointing methods (a combination of a pointing device and controlling software) for three pointing devices - a mouse, a touch panel and cursor keys. Then, we measured performances of each pointing methods on three pointing models - menu selection, icon selection and text selection. The results shows that there is a method to decrease workspace required for selection with a mouse, and that cursor keys on menu selection have no worse pointing performance than the other devices. It is concluded that the selection of appropriate pointing methods emphasize advantages of pointing devices and diminish disadvantages of them.

1. まえがき

最近、計算機のユーザインタフェース改善の目的で、マウス、タブレット等の種々のポイント装置が広汎に用いられている。これらの装置はCADなどの図形処理分野で座標入力が必要とする場合に用いられるだけでなく、最近のVDTを使用した対話的な計算機システムでは、これらのポイント装置を、画面上のメニュー、アイコン、単語、文字などを選択し入力するために用いてユーザインタフェースの改善を試みている例が多く見られる。メニュー、アイコンなどを表示してこれをポイント装置で選択する手法は、従来の英数字キーを用いてのコマンド、パラメタ入力に比べてより視覚的であり、操作も容易であるという特徴をもつ。キーボードの配列や操作感の違いが操作性に影響を与えるのと同様に、ポイント装置による選択入力でのポイント装置の違いやメニュー、アイコンの表示の方法の違いが操作性に影響を与えることは明らかである。そのため、メニュー、アイコンによる表示手法に関する研究とともに、従来から数種類のポイント装置について評価が行われているが、異なるポイント装置の比較実験が多い。Cardらは、マウス、ジョイスティック、カーソルキー、テキストキーの4種類のポイント装置を用いてエディタなどのテキスト画面から語を選択する場合のポイント時間について実験結果をもとに論じている[1]。また、Whitfieldらは2種類のタッチパネルの評価を、メニュー選択や座標入力など数種類のポイントモデルのもとで行っている[2]。彼らはタッチパネルを用いたポイントにおいて、同一の装置を用いてもシステムのフィードバックや装置の利用形態を変えることにより、ポイントに要する時間やポイントエラーの発生率が変化する場合もあることを指摘している。しかし、このように同一のポイント装置を用いて、これを利用する手法を変えた場合のポイント時間やエラー発生率(ポイント効率)に関する客観的な評価はあまり行われていないのが現状である。例えば、あるポイント装置を使用する利用者に対して、システムから異なるフィードバックを与えた場合の効果についてはあまり論じられていない。だが、ポイント装置に対してフィードバックなどの適切なソフトウェア手法を用いることにより、そのポイント装置の持つ欠点を補ったり、長所をよりよく引き出すことができればこれらのポイント装置を利用するシステムの設計者に重要な示唆を与えることができる。従って、ポイント装置とこれを利用するためのソフトウェア手法との組み合わせ(ポイント手法)についての研究を行うことは、これらの装置を用いたシステムのユーザインタフェース改善のために重要であると考えられる。

今回、3種類のポイント装置(マウス、タッチパネル、

カーソルキー)に対して、それぞれ数種類のポイント手法を考え、また、ポイントの対象としてはメニュー、アイコン、テキスト中の語の3種類について、それぞれの手法と対象の組み合わせについて被験者にポイント作業を行ってもらい、ポイントに要する時間やエラーの発生率などのデータを測定した。そして、その結果をもとに、ソフトウェア手法の有効性、3種類のポイント装置間の比較、ポイント対象の違いによるポイント効率の違いなどについて考察を行った。

以下本報告では、第2節で今回実験を行ったポイントモデルとポイント手法について、第3節で実験システム及び実験方法について、第4節で実験結果とその考察についてそれぞれ述べる。

2. 実験を行ったポイントモデルとポイント手法

本節では、今回実験を行ったポイントモデルとポイント手法について述べる。

2.1 ポイントモデル

通常ポイント装置を用いての作業としては、

- 1) メニューの選択、
 - 2) アイコンの選択、
 - 3) 文字画面での文字や語の選択、
 - 4) グラフィック画面での座標入力
- などが挙げられる。

それぞれの場合について選択される目標の数を考えると、メニュー選択は候補が数個から20個程度、アイコン選択は1画面上に配置できるアイコンの数にもよるが通常、数10個から100個程度、文字画面では、文字を選択する場合では2000(80文字×25行)個から4000個(80文字×50行)程度、語を選択する場合で文字を選択する場合の5分の1程度、グラフィック画面での座標入力ではディスプレイの解像度によるが640×400から1024×1024程度である。

今回は、1)から3)を実験の対象として、つぎの3つのモデルを用いた。

1) メニュー選択モデル

画面上に、横4列縦4行(4×4)に目標を配置したモデル(図1)。

2) アイコン選択モデル

画面上に、横10列縦12行(10×12)に目標を配置したモデル(図2)。

3) 語選択モデル

画面上に、横16列縦24行(16×24)に目標を配置したモデル(図3)。

各モデルの画面表示では選択できる目標の中央部に3桁の数字が表示され、隣接する目標との境界が線により示

000	001	002	003
004	005	006	007
008	009	010	011
012	013	014	015

図1 メニュー選択モデル

000	001	002	003	004	005	006	007	008	009
010	011	012	013	014	015	016	017	018	019
020	021	022	023	024	025	026	027	028	029
030	031	032	033	034	035	036	037	038	039
040	041	042	043	044	045	046	047	048	049
050	051	052	053	054	055	056	057	058	059
060	061	062	063	064	065	066	067	068	069
070	071	072	073	074	075	076	077	078	079
080	081	082	083	084	085	086	087	088	089
090	091	092	093	094	095	096	097	098	099
100	101	102	103	104	105	106	107	108	109
110	111	112	113	114	115	116	117	118	119

図2 アイコン選択モデル

されている。実際のメニュー、アイコンなどの選択では画面上に文字列、図形などが表示されるが、モデル上では、これらのかわりに数字を用いた。また境界の線引は、マウス及びタッチパネルによるポイントで、目標がポイントされる為にカーソルが存在すべき範囲を明示するためである。

2. 2 ポイント手法

実験に用いたポイント装置は既に述べた、マウス、タッチパネル、カーソルキーの3種類である。実験を行うポイント装置としてこの3種類の装置を選択した理由は、

- 1) マウスは、最近急速に普及しているポイント装置である。
- 2) マウス単体ではマウスの相対的な移動量しか得られず、そのため移動量をもとにソフトウェアでポイント手法を構成する必要があるが、本研究の目的に合致する。
- 3) タッチパネルは、ポイント動作に必要なスペースがパネル面に限られマウスに比べて少ない面積でポイント動作を行うことができ、さらに指で触れるだけで絶対座標を得ることができるので、マウスより高速にポイントを行うことができるか否かを調べたい。
- 4) カーソルキーは、エディタなどでテキスト画面上の語を選択する場合に、マウスよりポイントに時間がかかることが知られているが[1]、ポイント手法を工夫することで改善が図れるか否かを調べたい。

などである。以下にそれぞれの装置について実験したポイント手法について述べる。

2. 2. 1 マウス

マウスを用いたポイント手法としてつぎの3手法を実験した。

- 1) リニアマウス
- 2) 非リニアマウス1
- 3) 非リニアマウス2

1) のリニアマウスは、マウスより得られるマウスの縦方向及び横方向の移動量に比例して、画面上のマウスカーソルを移動させる方法であり、一般的にマウスによるポイントで用いられている手法である。リニアマウスはポイントを行うためにマウスを移動させる十分なスペースが必要である。例えば、分解能0.25mm/1かつのマウスを用いて640×400dotで構成されるVDT上を1ドット単位にマウスカーソルを移動させる場合、マウスの移動に最低160mm×100mmの領域が必要である。実際にはマウスの大きさ、マウスと移動面とのスリップによる分解能の低下などを考慮してさらに広い領域が必要である。

2) 及び3) の非リニアマウスは、マウスの移動速度によって画面上のマウスカーソルの移動量を非直線的に変化させる手法である。マウスをゆっくり移動させた場

合には、リニアマウスと同様にマウスカーソルが移動する。マウスを速く移動させた場合には、非リニアマウス1はマウスの移動量にたいして最高2倍のマウスカーソルの移動を行い、非リニアマウス2は最高3倍の移動を行う。従って、マウスカーソルの最小移動量はリニアマウスと同じであるが、マウスを高速で移動させることでリニアマウスより少ないマウスの移動量で目標をポイントでき、リニアマウスがポイントのために机上に広いスペースを必要とする欠点を補い、さらに実際のマウスの移動量を少なくすることでポイント時間を短くすることを狙ったものである。非リニアマウスの実現手法としては、一定間隔毎にサンプリングされるマウスのモーションカウンタの値からマウスカーソルの移動量を変換表をひいて決定する方法を用いた。非リニアマウス1および2に用いた変換表を表1に示す。

3種類の手法とも分解能0.25mm/1かつのメカニカルマウスを用いた。またポイント後の位置確定のための動作は、3種類のマウスともマウス上のボタン(マウスボタン)を押すこととした。

2. 2. 2 タッチパネル

タッチパネル装置は、分解能256×256、パネル有効面の大きさ81mm×109mm、検出方式が面抵抗座標分割方式のものを用いた。

実験を行ったポイント手法はつぎの4種類である。

- 1) 指を用いてポイントを行い、装置の左上にあるボタンを押すことにより位置確定を行う手法。
- 2) ペン状の先端が尖った棒(指示棒)を用いてポイントを行い、1)と同様にボタンを押すことにより位置確定を行う手法。
- 3) 1)と同様に指を用いてポイントを行い、パネル面から指を離すことで位置確定を行う手法。
- 4) 2)と同様にペン状の棒を用いてポイントを行い、パネル面から棒を離すことで位置確定を行う手法。

実験したポイント手法のすべてで、タッチパネル装置のパネル面に触れることによりその位置に対応する画面上にカーソルを表示した。

1) 及び2) ではボタンを押すことにより位置確定を行うため、ポイント中にパネル面から指または指示棒を離してもよい。3) 及び4) では一度パネル面に指また

表1. マウス移動量変換表

マウス移動量	マウスカーソル移動量	
	非リニアマウス1	非リニアマウス2
1	1	1
2	2	2
3	3	3
4	5	5
5	8	8
6	12	12
7	14	16
8	16	20
9	18	24
10	20	28
11	22	32
12	24	36
13	26	39
.	.	.
.	.	.
.	.	.
.	.	.

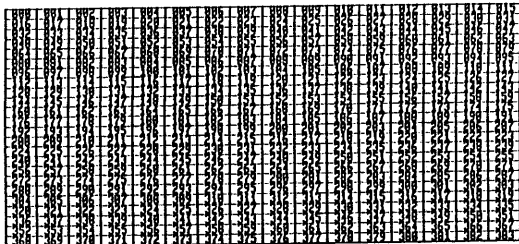


図3 語選択モデル

は指示棒を接触させてからは、ポイントを終了するまではパネル面から指または指示棒を離すことはできないが、1)、2)で必要なボタンを押す動作が省略されている。

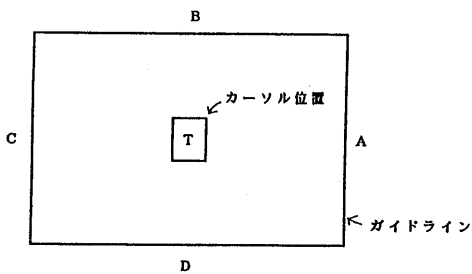
タッチパネル装置は、ポイントに必要とする面積がパネル面の大きさなので、マウスより少ない指や指示棒の移動でポイントを行える。また、絶対座標での入力であるので、パネル面から指や指示棒を離したままパネル面の目標に対応する位置まで移動し、それからパネル面に触れて位置決めを行う方法での入力も可能である。これらの違いがポイント時間に反映されと考えられる。

2.2.3 カーソルキー

カーソルキーによるポイントは、画面上のカーソルを上下左右に移動させるキー(カーソルキー)を用いて目標に移動させて行うものである。カーソルキーを用いたポイント手法としては、つぎの4種類について実験を行った。

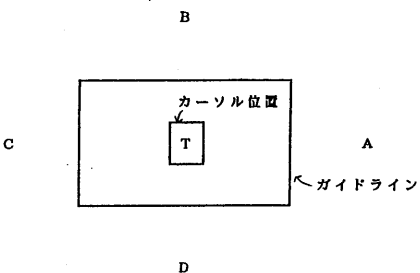
- 1) 上下左右のカーソルキーだけを用いてポイントする手法。
- 2) カーソルキーとシフトキーを併用して一度に大きく画面上のカーソルを移動できる手法。
- 3) 2)の手法でシフト移動が行われた場合の移動先を画面上に枠線(ガイドライン)で表示する手法(図4)
- 4) 2)の手法でシフト移動が行われた場合の移動量の半分の場合を画面上に枠線(1/2ガイドライン)で表示する手法(図5)。

位置確定のための動作はすべての手法で位置確定のためのキー(今回の実験ではリターンキー)を押すこととした。1)はシフト移動ができないために打鍵回数が多くなるが、シフトキーを押すべきかどうかの判断はいらな



シフト動作によりA、B、C、Dのいずれかにカーソルが移動できる場合、図のようなガイドラインが表示される。

図4 ガイドライン付きカーソル



シフト動作により、A、B、C、Dの位置にカーソルが移動できる場合その半分の位置にガイドラインを表示する。

図5 1/2ガイドライン付きカーソル

い、2)ではシフト移動ができるため、移動距離の大きい場合には打鍵回数を減らすことができるが、目標がシフト移動で移動できる近傍に存在する場合にシフトキーを押すべきかどうかの判断が必要となる。3)はこの判断を容易にするためにシフト移動時の目安を表示するものである。さらに、4)ではシフト移動量の半分の位置を表示することで、ポイントのための打鍵回数を最小にするための目安となる(図6)。従って、シフト移動の効果が大きい目標数の大きいモデルでは3)及び4)の手法が有利になることが予想される。しかし、シフト移動の効果があまり期待できないメニュー選択などの目標数の小さいモデルでは余分な操作のいらぬ1)が有利になることが予想される。

今回の実験では、カーソルキーとして、実験システムを構成したパーソナルコンピュータのキーボードを用いた。ただし、このキーボード上ではカーソルキーは、一般的な十字型の配列ではなかったため、キーボード上のテンキーの2、4、6、8のキーをカーソルキーとして用いた。

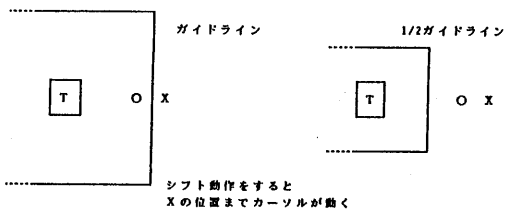
3. 実験環境と実験方法

実験は、第2節で述べたポイント手法とポイントモデルのすべての組み合わせについて、本節で述べる実験環境と実験方法を用いて行った。

3.1 実験環境

実験は、パーソナルコンピュータを用いた実験システムを用いて行った。実験システムの概要を図7に示す。システムは、各ポイントモデルに対応する画面をVD T上に表示し、各ポイント手法によるポイントを被験者が行う際に、次の項目を測定し記録する。

- 1) 目標が表示されてから被験者がカーソルを目標まで移動させるのにかかった時間(移動時間)。



a) ガイドライン

b) 1/2ガイドライン

□ □ □ □ の4回の
キー入力でポイント

SHIFT+□ □ の2回の
キー入力でポイント

一般に1/2ガイド中に目標が入るまでシフト動作を行ってやれば
最小のキー入力でポイントできる

図6 1/2ガイドラインの効果

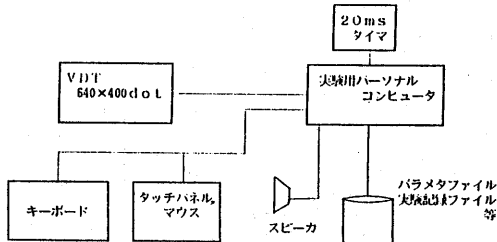


図7 実験システムの構成

- 2) カーソルが目標まで移動してから次に位置確定のための動作を行ってポイントを終了するまでの時間(確定時間)。
- 3) 正しく目標がポイントされたかどうかの判断。
- 4) 実際に目標をポイントした時のカーソルの位置。
- 5) マウスモーションカウンタの累積値(マウスのみ)。
- 6) マウスモーションカウンタの絶対値の累積値(マウスのみ)。
- 7) 総打鍵回数(カーソルキーのみ)。
- 8) シフトキーの打鍵回数(カーソルキーのみ)。
- 9) エラー(正しくない目標を選択した)回数。
- 10) フォールアウトエラー(一度正しい目標をポイントしたが最終的に誤った目標を選択してしまった)回数。

ポイント時間は、移動時間+確定時間で求められる。4)はエラーの分析を行うためのデータである。5)は机上のマウスの位置に対応したデータである。6)はマウスの移動量に対応したデータである。これらのデータは実験システムによって測定され実験データとしてファイルに記録される。時間の測定にはパーソナルコンピュータに内蔵のタイマを用いて、20ミリ秒単位の測定を行った。

また、実験者の負担を軽減するため、1)一連の実験が、あらかじめ設定されたパラメータデータをもとに自動的に進めるようにする。2)被験者への説明をVDT画面への説明文の表示と音声によりシステムが行う、などの工夫をした。

3. 2 実験方法

各被験者には、次の手順で各ポイント手法とポイントモデルについての組み合わせについて実験を行ってもらった。

- 1) 被験者はそれぞれのポイント手法について口頭での説明を受ける。
- 2) 実験システムは、最初に実験を行うポイント手法と目標数についての簡単な説明を画面表示と音声で行う。
- 3) 次に被験者がキーボード上のスペースキーを押すことでポイントモデルに対応した画面が表示され、連続して10回のポイント動作を行う。
- 4) 小休止をとりながら3)の動作を10回繰り返すことで、100回のポイント動作を行う。
- 5) 実験を終了する。

被験者が10回のポイント毎に小休止をとることを許したのは、疲労によるポイント効率への影響をおさえるためである。また被験者には正確さを損なわない範囲でできるだけ手早く目標をポイントするように指示を行った。

被験者が選択すべき目標は、モデル画面上の3桁の数字を反転点滅表示することで示した。これは、被験者がポイントすべき目標を容易に識別できるようにすることで、ポイントすべき目標を捜すのに必要な時間がポイント時間に与える影響をできるだけ小さくするためである。ポイントすべき目標はあらかじめ疑似乱数を用いて生成された目標列を用いて表示された。

また、被験者間で操作法を統一するため、被験者には次のことを守ってもらった。

- 1) 右手でマウス、タッチパネル、カーソルキーを操作すること(被験者は全員右ききであった)。
- 2) タッチパネルで位置確定のためにボタンを押す場合は、左手でボタンを押すこと。
- 3) カーソルキーでのシフトキーは左手で使用するこ

被験者には、本学部の情報工学科学生を採用した。被験者数は、マウスに関するポイント手法が4人、そのほかは3人である。マウスのみを担当した一人を除いては同一の被験者にすべてのポイント手法での実験を行ってもらった。これは、今回の実験が、

- 1) 同一の被験者が同一のポイント装置を用いて異なるポイント手法でポイントを行った場合にポイント時間に差異がみられるか、
 - 2) 異なるポイントモデルでポイント手法による差異が見られるか、
- などを目的としたものであることによる。また、被験者数を小人数としたのは、

- 1) 多数の被験者を使って検定を行わなければならないような微妙な差異ではポイント効率上の差異は僅かであり、差があっても実際上余り重要ではないと考えられ、
 - 2) 多数の被験者を用いた場合の実験に必要なコストの増加も、今回のように多種類のポイント手法を実施する場合には無視できない、
- などの理由による。

4. 実験結果と考察

4. 1 マウスによるポイント

3種類のポイント手法で被験者の平均ポイント時間とポイントモデルとの関係を図8に、エラー率を図9に、マウスモーションカウンタの絶対値の累積値を図10にそれぞれ示す。以上の実験結果から次の事項がわかった。

a) ポイント時間

目標数の少ないメニュー選択モデルでは、リニアマウス、非リニアマウスでポイント時間に差異は見られないが、目標数が増加するモデルで差異がみられ、この差は目標数が増加するほど顕著になる傾向をもっている。実際に語選択モデルでは、リニアマウスが最も短い時間でポイントでき、ついで非リニアマウス1、非リニアマウス2の順となった。このとき、各手法による差異は100ms程度であった。また、非リニアマウスのほうが移動時間、確定時間の両方でリニアマウスより多くの時間

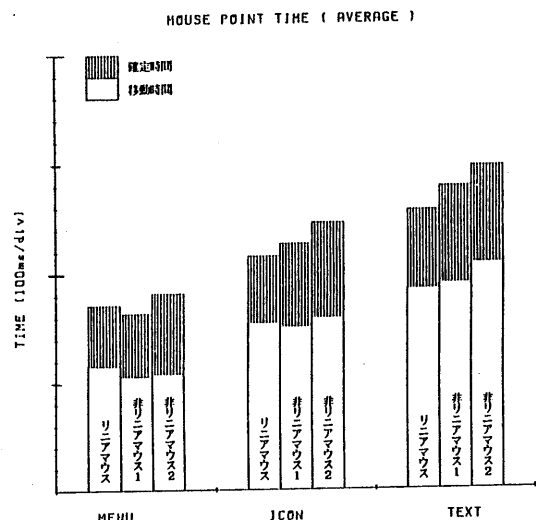


図8 マウスによるポイント時間

を必要とした。語選択モデルでのリニアマウスのポイント時間は文献[3]でマウスのポイント時間として用いられている時間(1.3秒)とほぼ等しい結果である。

b) エラー率

エラー率に関しては、いずれの手法でも2%以内のエラー率であり、実際に語選択モデル最もエラー率の高かったものはリニアマウスであった。これは、非リニアマウスがその特性上、目標近傍での位置決めを慎重に行う必要がありそのため低いエラー率とポイント時間の増加を示したとも考えられる。

c) マウスの移動距離

マウスの移動距離と密接な関係をもつマウスモーションカウンタの絶対値の累積データは、リニアマウスを1とした場合、非リニアマウス1が0.56、非リニアマウス2が0.48程度で非リニアマウスによる移動量の削減効果が見られる。マウスモーションカウンタ値から算出した目標選択時のマウスの位置の分布データも同様に非リニアマウスのほうが少ないスペースでポイントが出来ることを示している(図11)。

4.2 タッチパネルによるポイント
ポイント時間及びエラー率に関する結果を図12及び

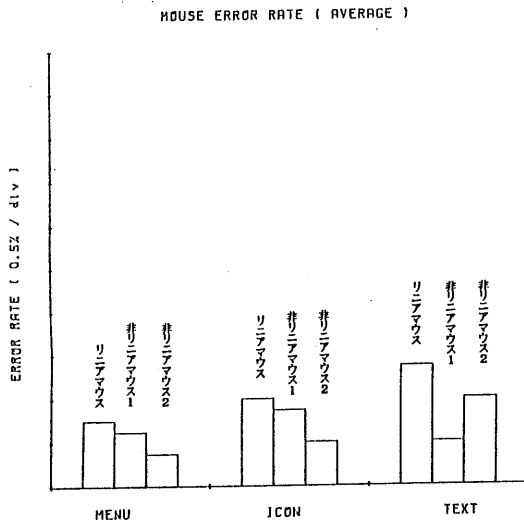


図9 マウスエラー率

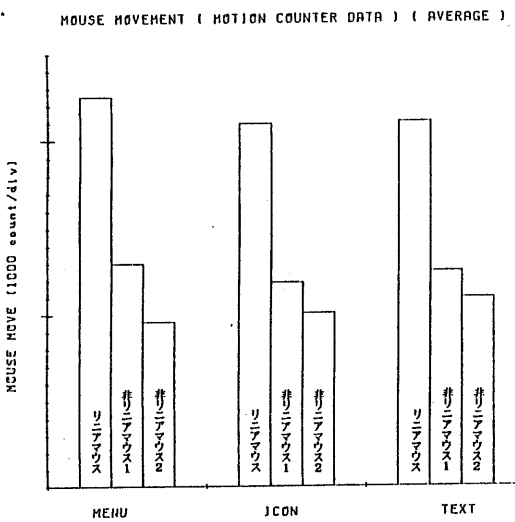
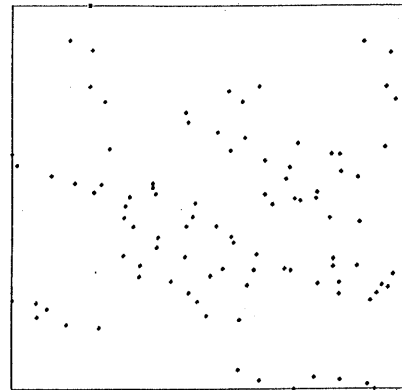
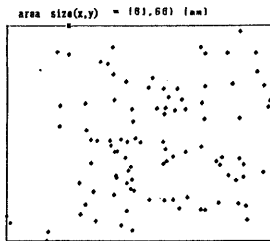


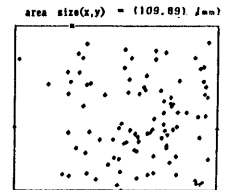
図10 マウスモーションカウンタ累積値



(a) リニアマウス



(b) 非リニアマウス1



(c) 非リニアマウス2

図11 ある被験者のマウスポイント点の分布
TOUCH PANEL POINT TIME (AVERAGE)

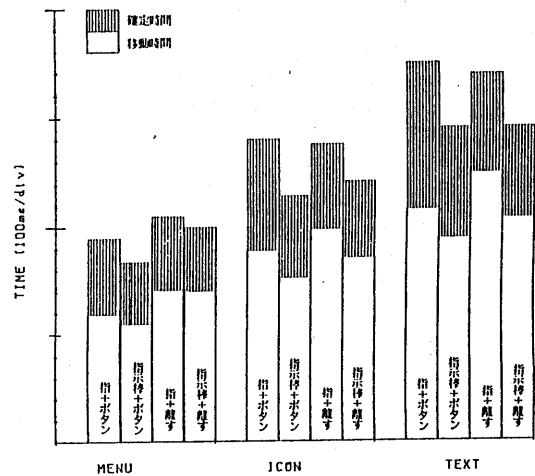


図12 タッチパネルによるポイント時間

図13にそれぞれ示す。

a) ポイント時間

語選択モデルでのポイント時間に関しては、「指示棒によるポイント+ボタンによる位置確定」が最も短時間でポイントでき、ついで「指示棒によるポイント+指示棒を離して位置確定」、「指によるポイント+指を離して位置確定」、「指によるポイント+ボタンによる位置確定」の順になった。このとき、指示棒によるポイントが指によるポイントより200msから600ms程度すぐれている。これは、指でポイントする場合ポイントの難しさがポイント時間の増加に反映したためと思われる。指でのポイントを困難にする原因としては、タッチパネルの有効面積が指の接触面に比して小さすぎるため細かいポイントが困難であること、指とタッチパネル面

との摩擦が大きく指をタッチパネル上で移動しにくいことなどが考えられる。

b) エラー率

エラー率は目標数が増加すると顕著に増加し、語選択モデルの場合1.5%から4.5%に達した。そのほかのモデルでは比較的低いエラー率を示しているため、語選択のモデルでのエラー率の増加は、タッチパネルの分解能(256×256)が小さいことによる影響と考えられる。またエラー率ではキーによる位置確定が指示棒または指を離す手法より低いエラー率を示している。これはポイント途中で意図せずに指示棒または指が離れる、指を離す時に接触面の形状が変化しポイント位置がずれてしまうなどの原因が考えられる。

4.3 カーソルキーによるポイント

ポイント時間、エラー率、打鍵回数のデータをそれぞれ図14から図16に示す。

a) ポイント時間

メニュー選択モデルではシフトキーの無いポイント手法が最も短いポイント時間でポイントできている。アイコン選択モデルではシフトキーの有無は差異が見られない。しかし語選択モデルではシフトキーを用いた手法が500ms程度ポイント時間を短縮できた。ガイドラインの有無は、メニュー選択モデルではガイドライン付がかえって遅くなり、語選択モデルではガイドライン付がわずかながら短いポイント時間でポイントできており、この傾向は3人の被験者に共通して見られた。打鍵回数はポイント時間にほぼ比例している。位置確定のために必要な時間は、マウス、タッチパネルとは違って目標数にかかわらずほぼ一定である。

b) エラー率

エラー率は4手法とも非常に小さく、マウスのエラー率と同程度であった。

TOUCH PANEL ERROR RATE (AVERAGE)

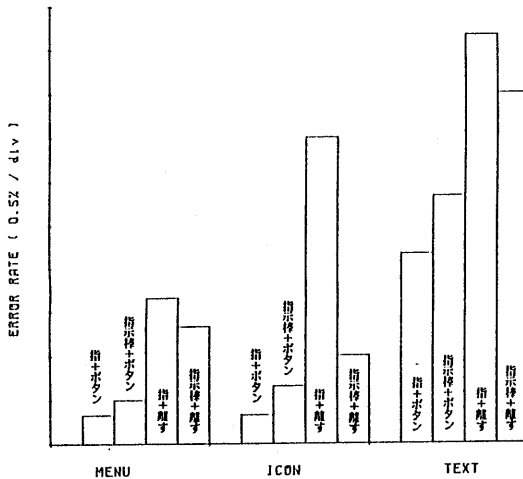


図13 タッチパネルエラー率

CURSOR KEY POINT TIME (AVERAGE)

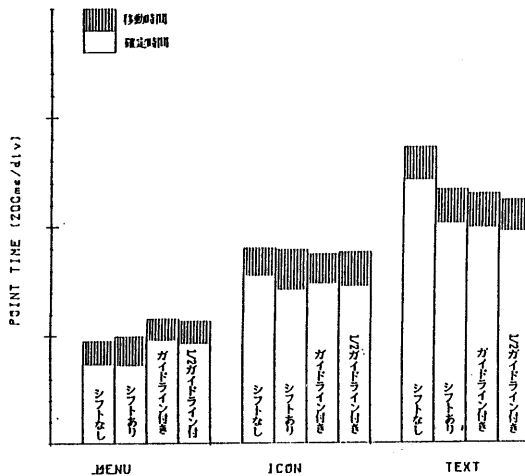


図14 カーソルキーによるポイント時間

CURSOR KEY ERROR RATE (AVERAGE)

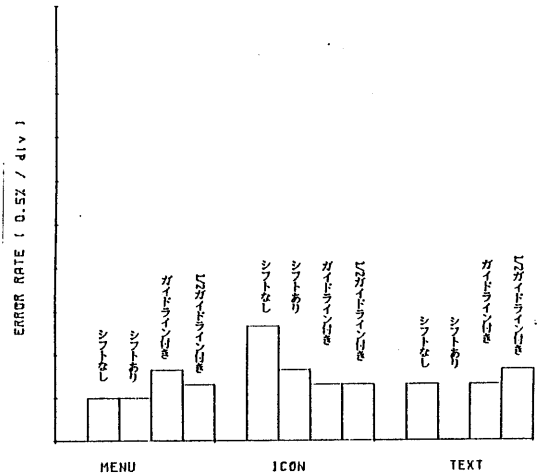


図15 カーソルキーエラー率

4.4 ポイント手法の比較とまとめ

リニアマウスと非リニアマウスでの比較では、多少のポイント時間の増加はあるが、エラー率、マウスの移動量の点などでマウスの為に使用できるスペースが限られる場合には、非リニアマウス1は有効なポイント手法であると考えられる。VDTの解像度が高い場合にも同様の理由で有効なポイント手法であるといえる。また、ポイント時間もリニアマウスの10%増加以内である。被験者のなかには、非リニアマウスに異和感を初め示した者がいたが、使用するにつれて充分慣れると異和感も解消されることが報告されている。今後は、グラフィック画面での座標入力のように目標数が非常に多い場合の、非リニアマウスの特性について評価することによって、より多くの用途での非リニアマウスの有効性を確かめる必要がある。

タッチパネルはポイント時間に関しては「指示棒+ボタンによる位置確定」の手法がマウスとほぼ同程度のポイント時間を示したが、エラー率が高い欠点を持つ。このため、エラー率の改善が図れれば、ポイントのためにあまり広いスペースを必要としない利点を生かせる場合に有効なポイント手法となると思われる。

カーソルキーはマウス、タッチパネルに比べるとアイコン、語選択モデルでポイント時間の点で大きく劣っている。しかしメニュー選択モデルでは殆ど差は無く、エラー率が低い点とあわせてメニュー選択の手法として有効であると考えられる。ガイドラインの効果についてはこのような試みがポイント時間に影響を与えることはわかったが、カーソルキーによるポイント時間を大幅に改善するには至らなかった。これは、ガイドラインによる効果が期待できるのは目標がガイドラインの近傍に位置した場合であり、かならずしもすべてのポイント動作でこのような状況が存在するとは限らないためであると考えられる。

5. あとがき

種々のポイント手法を実験することで、同一のポイント装置を用いてもカーソルの表示の方法や位置確定の手法などのポイント手法を変えるとポイント効率に変化することが確認できた。また、マウスを用いたポイントで非リニアマウスを用いることがポイント動作に必要な机上のスペースを減少させるという点で有効であることが示された。さらに、メニュー選択モデルではカーソルキーによるポイントもポイント時間の点で充分有効であることが確認できた。

現在、座標入力のようなより細かいポイントモデルでの非リニアマウスの有効性を確かめるための実験とタッチパネルを用いたよりエラー率の低いポイント手法についての検討を行っている。

謝辞

快く、被験者を引き受けていただいた当研究室諸氏に感謝いたします。

参考文献

- [1] Card, S.K., English, W.K., and Burr, B.J.: "Evaluation of mouse, rate-controlled isometric joystick, step keys and text keys for text selection on a CRT", *Ergonomics*, 21, 8, pp. 601-613 (August 1978).
- [2] Whitfield, D., Ball, R.G., Bird, J.M.: "Some comparisons of on-display and off-display touch input devices for interaction with computer generated displays", *Ergonomics*, 26, 11, pp. 1033-1053 (November 1983).
- [3] Card, S.K., Moran, T.P., Newell, A.: "The keystroke-level model for user performance time with interactive systems", *Communications of the ACM*, 23, 7, pp. 396-410 (July 1980).

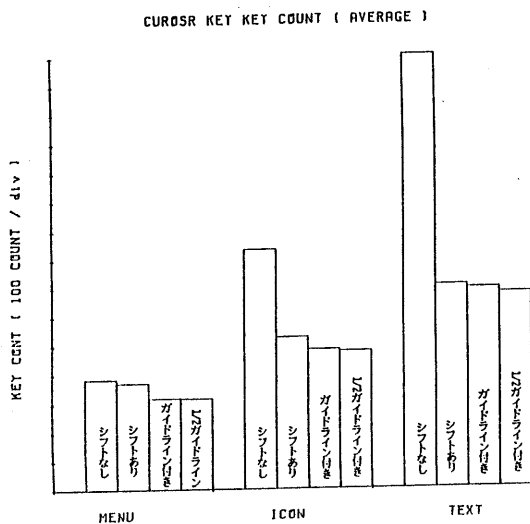


図16 カーソルキー打鍵回数