

横配置型メニューを用いた 階層型ポップアップメニュー方式の 提案とその評価

山本康友 魚井宏高 辻野嘉宏 都倉信樹
大阪大学基礎工学部情報工学科

メニューを用いる入力方式において、メニュー項目の選択効率改善のために、項目を縦書きにし横方向に配置する、横配置型メニュー方式を組み入れた、階層型メニュー方式を提案し、従来のメニューを含む4種類のメニュー方式間で選択効率の比較実験を行なった。その結果、項目の認識という要因の入りにくい項目モデルを用いた場合には、メインメニューに横配置型、サブメニューに縦配置型を用いたメニュー方式（以下、横-縦）が、また、項目の認識が必要な項目モデルを用いた場合には横-横が、それぞれ平均目標選択時間をもっとも短縮することを示した。選択誤り率では各メニュー間に有意な差は見られなかった。

The evaluation of hierarchical menus with horizontally listed items

Yasutomo Yamamoto, Hiroataka Uoi, Yoshihiro Tsujino, Nobuki Tokura
Faculty of Engineering Science, Osaka University,
Toyonaka-shi, 560 Japan

We have proposed a menu whose items are listed from left to right, and called it a horizontal-menu (H) in contrast to the usual vertical-menu (V) whose items are from top to bottom. Four hierarchical menus can be considered, whose main-sub menu combinations are V-V, V-H, H-V, H-H. In this paper, we consider the cued version and the uncued version for each combination; to take into account the effects of memory of the items' arrangement in the menu. And all combinations are compared each other with respect to the average target selecting time and the selection error rates. About the average target selecting time, We have observed that the cued H-V menu is superior to other cued combinations, and that the uncued H-H menu is best among uncued combinations.

1 まえがき

近年、マンマシンインタフェースの研究がその重要性を増している。

メニューを用いたマンマシンインタフェースの改善を目的として、これまでも様々な研究が行なわれている。筆者らも、新方式の横配置型メニューを提案しその評価実験を行なった [1]。

メニューでは、一般に、項目名を横書きにし縦方向に配置するが、提案した横配置型メニュー方式では、項目名を縦書きし横方向に配置する。筆者らは、横配置型メニュー方式が、一般のメニュー方式（以下、縦配置型メニュー方式）に比べて、項目選択に要する時間が短いことを実験により示した。そのような結果が得られたのは、‘項目選択の際の手の運動方向の違い’が原因と考えられる。

本報告では、この横配置型メニューを階層型メニュー方式に応用することを考える。階層型メニュー方式とは、メニューの各項目を選択することでサブメニューを呼び出し、さらにそのサブメニュー内の項目を選択する方式である。階層型メニューには、画面上にメインメニューが常時表示されているプルダウン方式と、マウスボタンを押すことでマウスカーソル位置にメニューが表示されるポップアップ方式がある。今回対象としたのは後者のポップアップ方式で、階層は2階層とした。

一般に、ポップアップ式階層型メニュー方式では、メインメニューもサブメニューも縦配置型メニュー方式が用いられている。これらを横配置型メニューで置き換えることにより、項目選択に要する時間を短縮できると考えられる。例えば、図1は縦配置型のメインメニューで項目（ここでは‘兵庫県’）を選び、横配置型のサブメニューが現れているところを表したもので、この状態からマウスを横方向に動かし選択を行なう。このとき、横配置型メニューの使用によりサブメニューでの選択時間が短縮でき、全体としての選択時間が短縮できると考えられる。

本報告では、このポップアップ方式の階層型メニュー方式で、メインメニューとサブメニューのそれぞれのメニュー方式を縦配置型と横配置型の2通りに変えた、計4種類のメニュー方式の間で比較を行ない、選択効率の差の評価を行なっている。

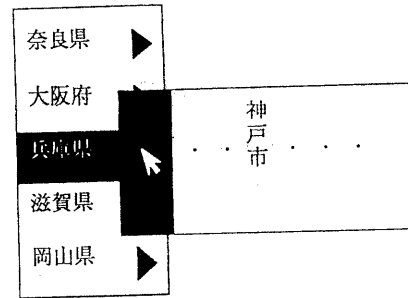


図1 横配置型メニュー方式の階層型メニュー方式への応用

以下、2節では評価のために行なった実験について述べ、3節ではその結果について考察する。

2 評価実験について

2.1 実験の概要

図1はメインメニューを縦配置型、サブメニューを横配置型としたポップアップ式階層型メニューの例である。

実験に用いたメニューは、ポップアップ方式の階層型メニューで、メイン・サブメニューの組合せを縦（縦配置型）と縦、縦と横（横配置型）、横と縦、横と横の4通りに変えたものである。項目数はメインメニューが9項目、サブメニューが9項目の計81項目である。項目のグループはcue型1種類、uncue型2種類を用意した。

cue型とはメニューが表示される前にあらかじめ選択項目の位置が特定できている選択モデルで、uncue型とはメニューを表示させるまで選択項目の位置が特定できない選択モデルである。すなわち、cue型がメニューの各項目の位置を覚えてしまっている熟練ユーザの項目モデルであるのに対して、uncue型はそのメニューを使ったことのない、または、使い慣れていないユーザの項目モデルになる [3]。

実際にはcue型は「メインメニューの3番目でサブメニューの5番目の項目名は35」というように2桁の数字を項目名にすることで、項目位置を覚えていることをモデル化する。一方、uncue型の項目グループは、項目の順番を各選択毎にランダムに変化させ、メニュー表示まで項目位置の特定ができないことをモデ

| | | | | | |
|---|----|-----|-----|-----|-----|
| 1 | | 奈良県 | | CCC | |
| 2 | 21 | 大阪府 | 岡山市 | GGG | G12 |
| 3 | 22 | 兵庫県 | 守口市 | AAA | G73 |
| 4 | 23 | 北海道 | 松原市 | III | G00 |
| 5 | 24 | 山口県 | 茨木市 | DDD | G97 |
| 6 | 25 | 東京都 | 箕面市 | BBB | G32 |
| 7 | 26 | 三重県 | 八尾市 | HHH | G25 |
| 8 | 27 | 鳥取県 | 吹田市 | FFF | G87 |
| 9 | 28 | 京都府 | 豊中市 | EEE | G10 |
| | 29 | | 池田市 | | G62 |

(a) cue型 (b) uncue型その1 (c) uncue型その2

図2 項目グループ

ル化する。uncue型のうち1つはメインメニューが県名でサブメニューが各県に属する市名とし、選択目標項目の指定は、例えば、‘大阪府豊中市’のように県名・市名の連記で行なう。もう1つのuncue型はメインメニューがAからIまでの同じ英大文字3字、サブメニューは‘英大文字1字’+2桁のランダム数とし、選択項目の指定は、cue型と同じく、サブメニューの項目名で行なう。メインメニューの項目を3字にしたのは、1字にするよりも見やすいからである。県名のuncue型項目グループは各項目が意味を持ち、実際のメニューの項目に近いものである。それに対して、英数字のuncue型項目グループでは各項目は意味を持たず、各サブメニューの項目は‘共通の英文字を持つ’という共通点でグループ化されている。

3組の項目グループ、それぞれを用いたメニューを図2に示す。

マウスカーソルによる項目選択の際には、カーソルが各項目の含まれる長方形の領域（ポイント領域）に入るとその領域を反転し、カーソルがその項目を指していることを被験者にフィードバックする。カーソルがメニュー外に出ている時は、どの項目をも指していないことになっている。

メインメニュー内の各項目のポイント領域の右（横配置型では、下）1/4を活性化領域（activation area）と呼び、サブメニューはカーソルがこの活性化領域に入った時に表示される。

両メニューの条件を等しくするために、縦配置型メニューと横配置型メニューはその形状を除き、メニュー全体および各項目のポイント領域の面積、文字の大きさなど、すべての点で同じである。

メニュー内でのマウスカーソルの初期位置は、縦配

置型の場合は上端の項目、横配置型の場合は左端の項目とする。両メニュー方式で初期位置をこのようにした時、選択時間が短くなり、かつ、被験者に負担を与えないことがわかってる [1]。

2.2 実験方法

2.2.1 実験環境

実験に用いたコンピュータシステムは、SUN Micro System社製SUN3/60Mである。マウスは、このシステムに付属の光学式のもので、分解能は0.25mm/カウント、マウスパッドの大きさは275mm×224mmである。

使用したポイント手法は、リニア方式と呼ばれるものである。これは一般に用いられている手法で、マウス本体の移動量に比例して、マウスカーソルを移動させる手法である。

実験システムは、ディスプレイ上に目標となる項目名と矢印上のマウスカーソルを表示し、被験者は実際にポップアップメニューを用いて目標と同じ項目を選択する。その際、実験システムは次のような事項を測定し記録する。

1. メインメニューが表示されてから、カーソルが初めて目標のポイント領域に入るまでに要した時間（メイン移動時間）
2. カーソルが初めて目標のポイント領域に入ってから、正しいサブメニュー内に初めて入るのに要する時間（メイン確定時間）
3. 正しいサブメニュー内に初めて入ってから、初めて目標のポイント領域に入るまでに要した時間（サブ移動時間）
4. 目標であるサブメニュー内のポイント領域に初めて入ってから、ボタンを離して選択を確定するまでに要した時間（サブ確定時間）
5. マウスのモーションカウンタの累積値
6. マウスのモーションカウンタの絶対値の累積値
7. サブメニュー表示回数
8. エラー回数

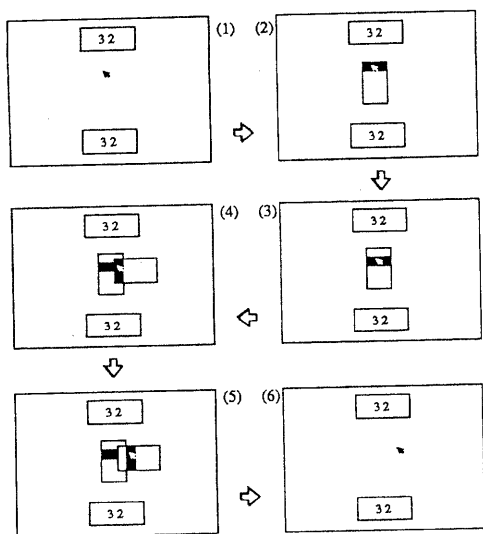


図3 項目選択の様子

一回の選択に要した時間(目標選択時間)は、1から4の時間の合計で求められる。マウスのモーションカウンタはマウスの動きに対応した整数で、マウスから読みとられる値である。その累積値は、測定開始時のマウスの位置からの現在のマウスの相対位置を示し、絶対値の累積値はマウスの移動量に対応したデータである。時間の測定は、ワークステーションの内蔵タイマーを用いて20ms単位の測定を行ない、全データは実験システムによって自動的に測定される。

最初に実験に用いた項目グループはcue型、uncue型1つずつで、uncue型は‘県名・市名’の方を用いた。しかし、実験後、県名の項目グループが難しいという不満が多かったので、より単純でわかりやすい英数字の項目グループによる追加実験を行なった。

2.2.2 実験手順

被験者は、次のような手順で、メニュー項目を選択する。各段階での画面の様子を図3に示す。

1. 実験システムによって、目標となる項目名が画面上部および下部の固定ウィンドウに、矢印上のマウスカーソルが画面中央に、それぞれ表示される(目標を2箇所に表示するのは、ポップアップメニューが目標項目名に重なって表示され見えなくなるのを防ぐためである)。

2. 被験者がマウスのボタンを押すことによって、システムはメインメニューを表示する。メニューは、マウスカーソルがメニューの初期項目内にくるような位置に表示され、このときシステムはマウスカーソルを動かさない(ただし、画面の境界近くでは、メニューの表示のためにカーソル位置を自動的に移動させる)。
3. 被験者はボタンを押したままマウスを動かし、メインメニューの目標項目のポイント領域内にカーソルを移動させる。
4. 移動後、被験者が活性化領域内にカーソルを動かすと、システムはサブメニューを表示する。サブメニューは活性化領域に重ねて表示されるので、この時点でカーソルはサブメニューのカーソル初期位置、すなわち、縦配置型なら一番上の項目のポイント領域内に入っていることになる。
5. 被験者はサブメニューの目標項目のポイント領域内にカーソルを移動させる。
6. 移動後、被験者は選択の確定のためにボタンを離す。それと同時にシステムはメニューを消去する。カーソルはメニュー消去前の位置にある。

目標が画面に表示され、マウスのボタンを押してから離すまでの連続した動作を、1つの‘選択’と呼ぶことにする。

各被験者には、4通りの各組合せについて、次の手順で実験を行なってもらった。

1. 実験に先だって、被験者は実験についての説明を口頭で受ける。
2. 実験システムは、実験を行なう組合せをタイトルとして表示し、被験者がマウスのボタンを2回押すことにより実験が開始される。
3. 実験を行なうメニュー方式について、被験者は、練習のために、cue型・uncue型の項目グループで各5回ずつ連続して選択を行なう。
4. 被験者は、cue型(uncue型)の項目グループで連続して10回の選択を行なう。

5. 小休止を促すメッセージが表示されるので被験者は休みを取りながら、4の動作を4回繰り返す。
6. 項目グループを変えて、被験者は4, 5をもう一度繰り返し、計80回の選択を行なう。

このように、被験者には4通りの各組合せに対して90回、合計360回(練習40回、本番320回)の選択を行なってもらった。

被験者に10回の選択毎に小休止を取ることを許したのは、疲労による選択効率への影響を抑えるためである。被験者には正確さを損なわない程度にできるだけ素早く選択するように指示した。

4通りのメニューの組合せの順番は被験者によって変え、実験の順番、被験者の疲労、実験への慣れによる選択効率への影響を抑えた。

今回の実験では選択を誤った場合には、その選択の目標は10回の選択が終了した後に要求するようにした。続けてやり直すようにすると、間違えた後の選択は選択目標項目の位置を覚えているために、uncue型では普段の選択よりも速くなってしまふからである。間違えた選択を後回しにすることで、最後の選択で間違える場合を除き、同じ選択を繰り返すことによる選択時間の短縮を避けることができる。

2.2.3 被験者

被験者は、12名の学生である。このうち、日常的にマウスを使用している者は9名で、実験で使用した光学式マウスに慣れている者は3名である。また、どの被験者もマウスとメニューによる選択操作の経験を持つが、熟練しているものはいなかった。

2.2.4 アンケート

実験終了後、被験者にアンケートを記述してもらった。これは、被験者のメニューに対する印象と、実際のデータとを比べるためのもので、この比較によって、選択効率以外の基準でメニュー方式を比較できると思われる。

このアンケートは、被験者に実験結果を見せる前に行ない、実験後の被験者の主観的印象を記録した。

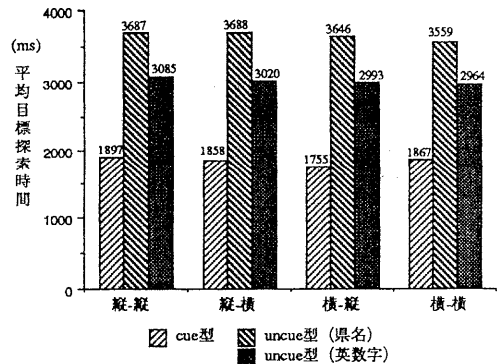


図4 各メニュー方式での平均目標探索時間

2.2.5 実験の追加

アンケートの結果、県名のuncue型項目グループでは、‘項目名の画数が多くて見づらい’、‘サブメニューから対応するメインメニューの項目を連想することが難しく(すなわち、9つの市名からそれが属する県の名前を連想すること)、間違っても間違いに気づきにくい’などの不満がほとんどの被験者から得られたので、別のuncue型の項目グループ(‘英大文字1字’+2桁のランダム数)を用いて、同等の実験を行ないデータを追加した。この項目グループであれば、画数も少なく、サブメニューの項目はメインメニューの項目の英大文字を一字含むので、サブメニューから対応するメインメニューの項目を容易に連想できる。追加実験はuncue型だけで行なったので、選択数は180回(練習20回、本番160回)である。

3 実験結果の分析と考察

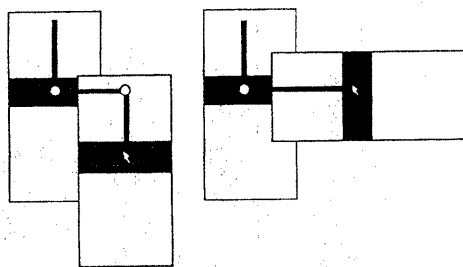
3.1 目標探索時間

図4に各項目グループ別平均選択時間を示す。

3.1.1 cue型項目グループによる実験結果

図4の各グループの3つの棒グラフのうち、左端でcue型のデータが与えられる。右から順に、平均1.897秒、1.858秒、1.755秒、1.867秒というデータである。

このうち、メインメニューに横配置型、サブメニュー



メインとサブが同じ方式 メインとサブが異なる方式

図5 カーソル操作の軌跡

に縦配置型を用いたメニュー方式（以下、横-縦）で平均目標選択時間が最も短い。分散分析の結果、他のメニューとの差は有意である ($F=4.889$ [> 2.60])。

この横-縦が優れている原因としては次の三点が考えられる。

一つ目の原因は、横-縦では横配置型メニュー方式を用いていることである。横配置型メニュー方式が縦配置型に比べ目標選択時間を短縮することは、以前に行なった筆者らの実験により示されている [1]。両メニュー間の差の原因は、マウス操作の際、縦配置型では動きの支点が肩であるのに対し、横配置型では手首を支点にできるために、横配置型の方が細かい動作がやりやすいからと思われる。

二つ目に考えられるのは、縦配置型と横配置型の組合せによる構造上の利点である。2階層の階層型メニュー方式では、マウスカーソルの操作に次の3つの段階が考えられる。

1. メインメニュー内移動
2. メインメニューからサブメニューへの移動
3. サブメニュー内移動

縦配置型同士の組合せでは、この3つの移動時の操作方向が順に縦、横、縦となり、2回折れ曲がらねばならない。それに比べて、縦配置型と横配置型の組合せ、例えば縦-横では、縦、横、横と、折れ曲がるのは1回で良い(図5)。

このように、折れ曲がる回数が1回でよいという構造上の利点により、操作が容易になり、項目選択時間を短縮できると考えられるのである。

三つ目の原因に考えられるのは、横に動かしてから縦に動かすという操作が一般に普及しているブルダウソフメニューのそれに似ているという点である。

一つ目と二つ目の原因の条件を満たしているにも関わらず、縦-横の選択時間が残りの2つと変わらないのは、三つ目の原因の条件を満たしていないことに加えて、縦-横では横方向の移動が縦方向の次にくるためと考えられる。

横方向の操作は手首を支点に行なうことができるので縦方向に比べて素早く正確な移動が可能である。横-縦では、マウスのホームポジションで横方向の移動を行なうため、横配置型の利点を十分に活かすことができる。それに対して、縦-横では、縦配置型メニューの選択終了後、すなわち、ホームポジションよりも手前で横方向の移動が行なわれるので、横配置型の利点を十分に活かさないため、このような結果が出たものと考えられる。

この結果から、項目の認識という要素を除いた選択操作のみに要する時間は、横-縦で最小となると考えられる。

3.1.2 uncue 型項目グループによる実験結果

cue 型の結果とは異なり、2種類の uncue 型とも横-横で平均目標選択時間が最も短い。分散分析の結果、他のメニューとの差は有意である ($F=2.713$ [> 2.60])。

このような結果が出たのは、cue 型とは違い uncue 型では目標となる項目を捜し出す必要があるからだと思われる。cue 型の項目グループの選択では、目標となる項目名がわかった時点で項目位置がわかり、選択に要する時間はそのほとんどがカーソル移動で占められる。それに対して、uncue 型の項目グループの選択では、目標項目がわかっても、メニューを開いてそれを探し出すまでは項目位置がわからず、選択時間の大半が項目検索に費やされてしまうのである。

この場合、項目の認識しやすさが重大な要因になってくるのだが、ここで問題となるのが、異なるメニュー方式の組合せである縦-横と横-縦では縦書きと横書きが混在する点である。被験者の意見によると、cue 型ではさほどでもないが、uncue 型ではこの混在が若干見づらいそうである。その結果、縦-横、横-縦では、選択操作のみならば素早く選択できるにも関わらず、項目検索に時間がかかり選択時間が長くなると考えら

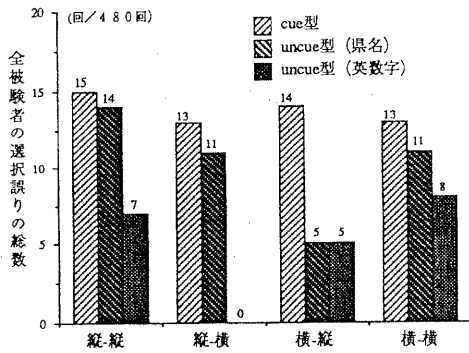


図6 各メニュー方式における選択誤り率

れる。

このことと、同じ型であるにも関わらず2種類のuncue型での選択時間に約500msの差が生じることから、'メニュー項目の見やすさ'はメニューの選択効率に少なからぬ影響を及ぼすことがわかる。

なお、縦縦と横横の結果の違いは、横型メニューを使用している効果で、横横での選択時間が短くなったものと考えられる。

3.2 選択誤り率

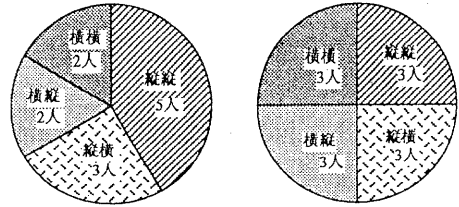
図6に各メニュー方式に対する全被験者のエラー総数を示す。

cue型の項目による結果では各方式間に差は見られない。uncue型の結果では横縦で若干エラー回数が少ないが分析の結果有意とは言えなかった。従って、選択誤り率に関して各メニュー間に差があるとは言えない。

3.3 アンケート結果と実験結果の比較

アンケートの解答者は、12名の全被験者である。その結果を図7、図8に示す。

実験で使ったメニューに好きな順に順位をつけてもらうと、図7にあるように横縦が一番を付けた者が5人と最も多く、続いて縦横が3人、縦縦、横横は2人ずつだった。横縦、縦横が好きな理由は'メインメニューからサブメニューへの移動とサブメニュー内の移動の方向が同じなので操作しやすい'というものであった。それに対し、縦縦が好きな理由は'使



最も好きなメニュー方式は？ 最も使いやすいメニュー方式は？

図7 アンケート結果

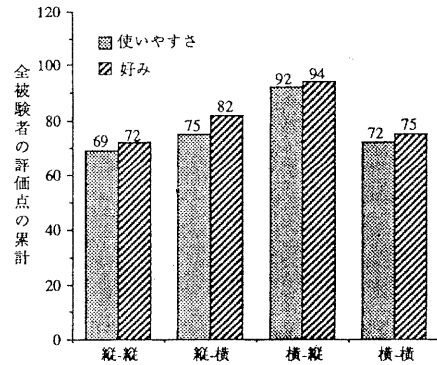


図8 被験者による各メニューの10段階評価

い慣れてる'、横横では'なんとなく'、'横方向の操作がしやすい'というものだった。使いやすいかつ順に順位をつけてもらうと、各メニューに一番を付けた者は同数で、3人ずつだった。

さらに、各メニューの好みと使いやすさを10段階でそれぞれ評価してもらうと、共に横縦、縦横、横横、縦縦の順になり、この順に好まれ、また、使いやすいと感じるようだ(図8)。

使いやすさと好みを合わせて考えると、横縦は使いやすく好まれ、次に同じ程度で縦横、横横、縦縦と続く。しかし、使いにくいメニューの選択時間が長くなるとするならば、このアンケートの結果は実験結果とは一致しない。つまり、実験結果では、横横での選択に要する時間はuncue型の項目グループでの実験では最も短いのである。すなわち、uncue型での横横は、確かに選択時間を短くすることができるが、被験者に使いにくいと感じさせる、なんらかの負担が

被験者にかかっているものと思われる。

4 あとがき

本論文では、マウスを使用したメニューでの項目選択効率を改善するために、横配置型メニュー方式をポップアップ式階層型メニューに組み込むことを提案した。階層型メニューのメインメニューとサブメニューをそれぞれ、縦配置型または横配置型にした、計4通りの方式の比較を行ない、実験で目標選択時間と誤り率を測定して、その評価を行なった。

その結果、

1. 項目の認識という要因の入りにくいcue型の項目グループによる実験では、メインメニューに横配置型、サブメニューに縦配置型を用いたメニュー方式（以下、横-縦）が平均目標選択時間を最も短縮する
2. 項目の認識が必要なuncue型メニューでは、横-横が平均目標選択時間を最も短縮する
3. uncue型でも項目グループを変えることによって平均目標選択時間は増減することから、項目の内容・表示方法がメニューの選択効率に影響を及ぼす
4. 被験者の主観的意見によると、使いやすいメニュー方式と好きなメニュー方式は一致しており、それらの判断の基準として‘異なるメニューを組み合わせた方式は構造上操作しやすい’を挙げているところからもわかるように、横-縦、縦-横、横-横、縦-縦の順に支持された。

などを明らかにした。

今後の課題として、横書きが主流を占めるコンピュータアプリケーション中で、縦書きを使用した横配置型メニュー方式が、どの程度違和感なく使えるものかを調べていく予定である。

謝辞 快く被験者を引き受けていただいた大阪大学基礎工学部情報工学科の方々に感謝致します。

参考文献

- [1] 山本, 魚井, 辻野, 都倉 : “ポップアップメニュー

方式の改善について”, 情報処理学会ソフトウェア工学研究会資料, 73-9, pp. 67-74 (平 2-09).

- [2] 山本, 魚井, 辻野, 都倉 : “横配置型メニュー方式の提案とその評価”, 信学論 (DII), (平 3-12 採録予定).
- [3] Walker, N. and Smelcer, J. B.: “A Comparison of Selection Times from Walking and Pull-Down Menus,” Proceedings of the CHI'90 Conference on Human Factors in Computing Systems, pp.221-225,(April 1990).