

リモートプルダウンメニュー方式の提案と その実験的評価

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

項目数の多いメニュー方式の一つであるプルダウンメニュー方式では、マウスカーソルを画面上端のメニューバー内に移動するという初期動作が必要となる。その初期動作を排除し、手首を支点とする操作でメニュー内の全項目を選択可能にした新しいプルダウンメニュー方式（リモートプルダウンメニュー方式）を提案し、通常のプルダウンメニュー方式との選択効率の比較実験を行なった。その結果、リモートプルダウンメニュー方式の方が選択に要する平均時間が短いことを示した。選択誤り率では両メニュー間に有意な差は見られなかった。また、マウス移動量が少なくなることで選択時の負担が軽減されたことが、被験者の感想からわかった。

The evaluation of remote pull-down menus

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

Using a pull-down menu, initially we need to move a mouse-cursor into a menu-bar on the top of the screen. We have proposed 'a remote pull-down menu,' the pull-down menu with the initial automatic movement of a mouse-cursor. Using the menu, we can select all items in the menu with a small movement of a mouse. The menu is compared with a normal pull-down menu experimentally with respect to the average target selecting time and the selection error rates. We have observed that a remote pull-down menu is superior to a normal pull-down menu concerning the average target selecting time.

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、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、これまでに様々な研究が行なわれている。

筆者らは、アプリケーションの多機能化によるコマンドやパラメータの増加に伴い、メニュー内に並べる項目数が増加していることに着目し、項目数の多いメニューでの項目選択効率の改善を本研究の目的としている。

項目数が多い場合のメニュー方式は、大きく二つに分類できる。メインメニューとサブメニューに階層化された階層型メニュー方式とすべての項目を一度に表示するマルチカラムメニュー方式である。

階層型メニュー方式はその出現方法によって二つに分けられる。一つはプルダウンメニューと呼ばれるメニュー方式で、メインメニューは画面の上端にメニューバーとして常に表示されており、サブメニューはメインメニューの選択した項目の下に縦配置型リニアメニュー（項目を縦方向に直線上に並べたメニュー [2]）として表示される。もう一つはポップアップメニュー方式で、メインメニューはカーソル位置に出現し、サブメニューは選択した項目の横に出現する。通常メイン・サブメニュー共に縦配置型リニアメニューである。

プルダウンメニュー方式は、メインメニューが画面上端の定まった位置にあるため、選択を開始するためには、必ずそこまでカーソルを動かさなければならぬのに対して、ポップアップメニュー方式はその初期動作が不要である。このことから、ポップアップメニューに比べて、プルダウンメニューでは項目の選択に要する時間が初期動作の分だけ余計にかかると考えられる。

しかし、大抵の場合、マウスカーソルは画面から出ないように画面の端で止まるようになっていて、カーソルを画面上端へ動かすというこの初期動作ではメニューを行き過ぎる心配なしに、マウスを大きく素早く動かすことができるため、移動距離の差ほどは時間がかからないと考えられる。実際に、プルダウンメニューとポップアップメニューを比較した実験では、プルダウンメニューの方が項目選択に要する時間が短いという結果が示されている [1]。

また、筆者らによるプルダウンメニューとマルチカラムメニューの比較実験では、マルチカラムメニューの選択時間の方が短いことが示されている [3]。

しかし、その評価実験の被験者から採ったアンケート結果ではプルダウンメニューの方が使いやすいとしたものが多く見られた。この理由としては、被験者がプルダウンメニューを使い慣れていることに加えて、マルチカラムメニューでは、一度に全ての項目が表示されるために、項目が探しにくくなるからという意見が挙がっている。

本研究では、項目数が多い場合のメニュー方式のうちで、広く一般に用いられ、過去の実験でも被験者に最も使いやすいとされたプルダウンメニュー方式をもとに考案した新メニュー方式を提案する。この新メニュー方式を従来のプルダウンメニュー方式と比較する実験を行ない、選択効率の差の評価を行なっている。

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 リモートプルダウンメニュー方式について

普通のプルダウンメニュー方式では、画面上部に常に表示されているメニューバー内の項目までマウスカーソルを移動させ、その項目を選択することで対応するサブメニューを呼びだし、そのサブメニュー内の項目を選択する。サブメニュー表示後マウスボタンは押し続けたまま選択動作を行ない、選択はボタンを離して確定、終了する。

本報告で提案する新メニュー方式は、その形状・構成や、メインメニューであるバーメニューが画面上部に常に表示されている点では、普通のプルダウンメニューと変わらない（図1）。

この新メニュー方式では、マウスのボタンを押すとメニューバー中央の項目のサブメニューが開き、マウスカーソルがそのサブメニュー最上部の項目に移動する。ユーザはボタンを押し続けたままでカーソルを目標項目まで移動し、ボタンを離して選択を確定する。

選択終了後、マウスカーソルは選択開始前の位置から、選択動作によるマウスの移動分動いた位置に表示される。

可能

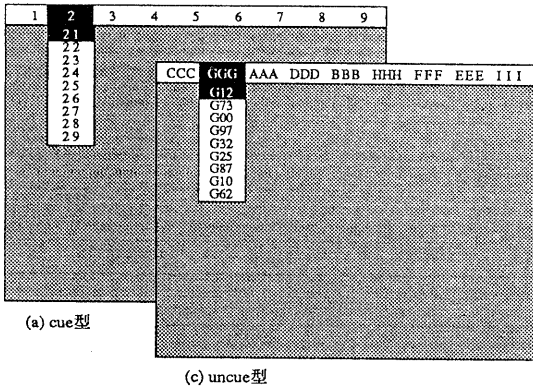
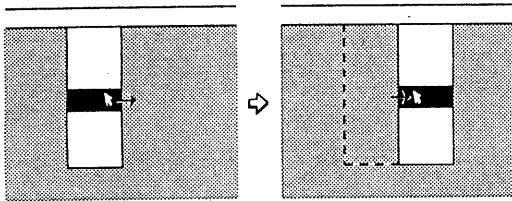


図1 実験で用いたメニューの形状



マウスカーソルを左に動かす

図2 サブメニュー間の移動

また、普通のプルダウンメニューでは、別のサブメニューを開くためにはメインメニューの項目を選び直さなければならないが、新メニュー方式では、マウスカーソルをサブメニューの左右の境界線からサブメニュー外に出すだけで、となりのサブメニューを開くことができる(図2)。それに加えて、選択動作中はマウスカーソルのスピードが速くなるので、手首を支点とする小さな動きによる操作でメニュー全体をマウスカーソルで指すこと(pointing)ができる。

このように、手首だけの操作で元のマウスカーソルの位置から離れたところにあるメニューの選択ができるように考慮したところから、この新メニュー方式のことを‘リモートプルダウンメニュー(remote pull-down menu)’と呼ぶ。

プルダウンメニューと比べた場合のリモートプルダウンメニューの長所として以下のことが考えられる。

- 画面上部のメニューバーにカーソルを移動させる初期動作がいらぬ
- サブメニュー間の移動が容易
- 選択時のみカーソル移動スピードを上げること、手首の動きだけでメニュー内の全項目を選択

2.2 実験の概要

実験では、プルダウンメニューとリモートプルダウンメニューの両方で指定した項目を被験者に実際に選択してもらい、一回の選択に要する時間(項目選択時間)と選択誤り回数を測定した。

両メニューの条件を等しくするために、プルダウンメニューとリモートプルダウンメニューはメニュー全体および各項目のポイント領域の形状および面積、文字の大きさなど、すべての点で同じである。その形状を図1に示す。

項目数はメインメニューが9項目、そのそれぞれについてサブメニューが各9項目の計81項目である。項目のグループはcue型、uncue型1種類ずつを用意した。

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[1]。

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、メニューが表示されるまで項目位置の特定ができないことをモデル化する。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。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。

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。

リモートプルダウンメニューのマウスカーソルの初期位置が上端の項目であるのは、こうすることで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いるからである [2]。

2.3 実験方法

2.3.1 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 でボタンを 3 つ持つ。

今回の実験は選択を繰り返すだけなので、リモートプルダウンメニューの呼び出しのボタンと、普通のポインティング用のボタンを特に分けず、どのボタンを押しても良いようにした。ボタンの指定は行なわなかったが、被験者は全て人指し指で左ボタンを用いた。

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。

2.3.2 実験手順

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、被験者は実際にメニューを用いて目標である項目を選択する。プルダウンメニュー方式でのメニュー項目の選択は次のような手順で行なわれる。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下部の固定ウィンドウに、矢印形のマウスカーソルが画面中央に、それぞれ表示される。このとき画面上部にメニューバーが表示されるが、uncue 型の場合、項目名は表示されない。
2. 被験者は画面中央に表示されるスタートボタン内でマウスボタンをクリックすることにより、選択を開始する。uncue 型の場合、この時点でシステムはメニューバー内の項目名を表示する。

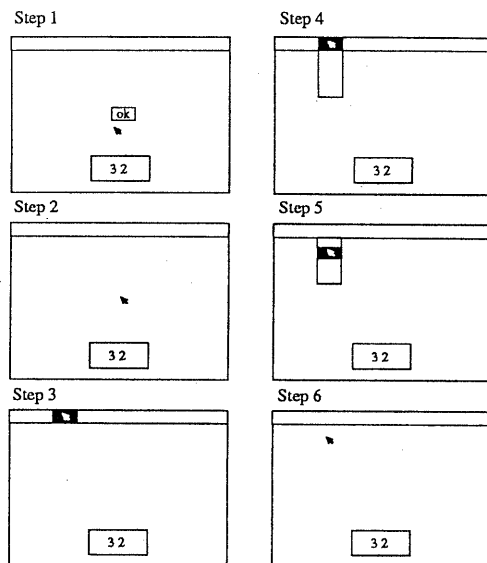


図3 プルダウンメニューでの項目選択の様子

プルダウンメニュー方式では、選択開始時に必ず画面上部のバーメニューまでマウスカーソルを移動させなければならない。その距離を実験環境の中でシミュレートするために、スタートボタンを画面の中央に置いた。

3. 被験者はマウスを動かし、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. 項目内でボタンを押すことで、システムはその項目に対応したサブメニューを表示する。
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サブメニューを消去する。カーソルはサブメニュー消去前の位置にある。

リモートプルダウンメニュー方式でのメニュー項目の選択手順は次の通りである。

各段階での画面の様子を図 4 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下部の固定ウィンドウに、メインメニューが画面上部の一定の位置に表示される。また、矢印形のマウスカーソルが画面中央に表示される。

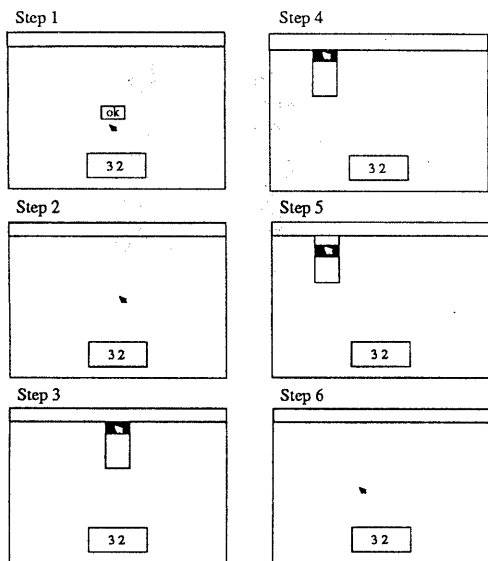


図4 リモートプルダウンメニューでの項目選択の様子

- 被験者は画面中央に表示されるスタートボタン内でマウスの中央ボタンをクリックすることにより、選択を開始する。uncue型の場合、システムはバーメニュー内の項目名を表示する。
- 被験者が任意のカーソル位置でマウスのボタンを押すことによって、システムはバーメニュー中央の項目に対応するサブメニューを表示し、カーソルをそのサブメニューの上端の項目内に移動する。
- ボタンを押したままで、被験者はマウスを左右に動かし、目標項目が含まれるサブメニューを表示させる。
- 目的のサブメニュー表示後、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。
- 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サブメニューを消去する。カーソルは選択動作を開始する前の位置から、選択動作によるマウスの移動分動いた位置に表示される。

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、プルダウンメニューとリモートプルダウンメニューの2つのメニュー方式について、次の手順で実験を行なってもらった。

- 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、実験で使用するメニューを実際に試用する。
- 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。
- 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。
- 被験者は、cue型(uncue型)の項目グループで連続10回ごとに休憩をとりながら合計40回の選択を行なう。この間、選択10回ごとに小休止を促すメッセージが表示される。
- 項目グループを換えて、被験者は4をもう一度繰り返し、計80回の選択を行なう。

被験者はこの90回(練習10回、本番80回)の選択を、2つのメニュー方式に対して、それぞれ2回ずつ交互に繰り返す。例えば、プルダウン、リモート、プルダウン、リモートというように、合計360回(練習40回、本番320回)の選択を行なう。

2つのメニュー方式の順番は被験者によって変え、実験の順番や被験者の疲労および実験への慣れによる選択効率への影響を抑えた。

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。

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。

2.3.3 測定データ

実験において、実験システムは次のような事項を測定し記録する。

1. 選択開始から、カーソルが初めてメインメニュー内の目標項目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. カーソルが初めてメインメニュー内の目標項目のポイント領域に入ってから、ボタンを押して正しいサブメニューを表示させるのに要する時間(メイン確定時間)
3. 正しいサブメニューを表示してから、初めてサブメニュー内の目標項目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項目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

リモートプルダウンメニューの場合、メイン移動時間は、‘実験開始から、マウスボタンを押してサブメニューを表示させ、さらに正しいサブメニュー内にはいるまでの時間’となり、メイン確定時間が含まれる。

両メニュー方式ともに、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。

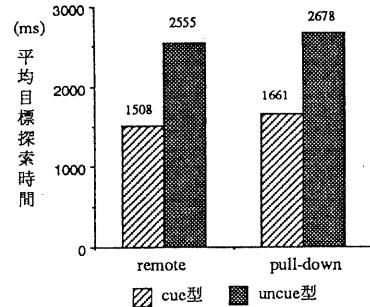


図5 各メニュー方式での平均目標探索時間

2.3.4 被験者

被験者は、10名の学生である。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。このうち、日常的にマウスを使用している者は8名で、実験で使った光学式マウスに慣れている者は3名である。すべての被験者は右手でマウスを操作した。

2.3.5 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。

3 実験結果の分析と考察

3.1 項目選択時間

図5に各項目グループ別平均項目選択時間を示す。

図5の各グループの2つの棒グラフのうち、左でcue型のデータが与えられる。

これによると、プルダウンメニュー方式の平均項目選択時間(1.661sec.)に比べてリモートプルダウンメニュー方式の平均項目選択時間(1.508sec.)の方が短い。正規検定の結果、これらの差は1%の危険率で有意である($z=5.77$)。

uncue型について見ると、cue型の結果と同様、リモートプルダウンメニュー方式の平均項目選択時間の方が短い。正規検定の結果、これらの差は1%の危険率で有意である($z=2.90$)。

このように、cue型、uncue型両方の項目モデルでの実験で、プルダウンメニュー方式よりもリモートプルダウンメニュー方式の方が平均選択時間が短くなった理由としては、先に挙げたリモートプルダウンメニュー方式の3つの特徴が考えられる。

第一に、プルダウンメニューと違い、画面上部のメニューバーにカーソルを移動させる初期動作が必要ない点が考えられる。しかし、移動距離の差ほどには時間が増大しないことが知られている [1]。

第二に、サブメニュー間の移動が楽な点が考えられる。普通のプルダウンメニューでは、別のサブメニューを開くためにはメインメニューの項目を選び直さなければならないが、リモートプルダウンメニューでは、カーソルをサブメニューの左右の境界線からメニュー外に出すだけで、となりのサブメニューを開くことができる。このことによって、間違ったサブメニューを開いた場合に正しいサブメニューを開き直すのに要する時間が大きく短縮できたと考えられる。

第三に、メニュー操作中のカーソル速度を上げたために、メニューの全項目間を手首の動きだけでポイントすることが可能となった点が考えられる。普通のプルダウンメニュー方式の場合ではカーソル移動のためのマウスの移動距離が長いので、選択動作中の腕の動きの支点は肩または肘になってしまうが、肩よりも肘、肘よりも手首を動きの支点とした方がより細やかな操作ができるためカーソルの微調整が容易になり、選択時間が短縮できたと考えられる。

uncue型での両メニューの選択時間の差は、cue型での差と同じ程度である。つまり、uncue型での実験では選択の際に項目名の認識が必要になるが、そのことによってcue型よりも余計にかかる時間は両メニューでほとんど変わらないということになる。

3.2 選択誤り率

図6に両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、uncue型とも、プルダウンメニュー方式の方がエラー回数が少ないのだが、検定の結果、これらの差は有意とは言えなかった。

従って、選択誤り率に関して両メニュー間に差があるとは言えない。

なお、リモートプルダウンメニュー方式の方のエラー回数が多くなったのは、項目選択の際のマウス

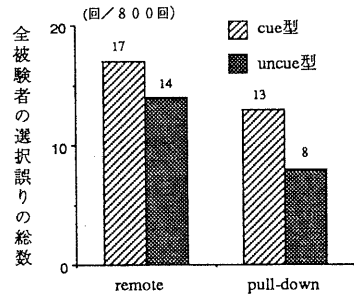


図6 各メニュー方式における選択誤り率

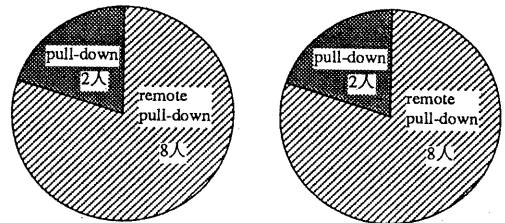


図7 アンケート結果

カーソルの移動速度が速いので、目標項目を行き過ぎることが多くなったためと考えられる。

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、10名の全被験者である。その結果を図7に示す。

選択時間の点では、1人がプルダウンメニュー、2人がリモートプルダウンメニューがかなり速いと答え、その他7人はどちらもそう変わらない、もしくは少しだけリモートプルダウンメニューが速いとした。

二つのメニューで好きな方、使いやすかった方を選んでもらうと、図7にあるように、どの被験者も使いやすい方を好んだので、使いやすさと好みは一致し、結果はともに、10人中8人がリモートプルダウンメニュー方式を選んだ。

リモートプルダウンメニュー方式の方の使いやすいとした理由には、'カーソルを上まで運ぶ動作が不用なので楽'、'サブメニュー間の移動が容易'、というものが挙げられた。特に、画面上部へのカーソル移動がないこと、および、それが無くなることで手首だけの動きで操作できることにより操作が楽になるというのは全被験者の意見だった。

逆に、プルダウンメニューの方を選んだ理由としては、‘カーソルがいきなり飛ぶのは戸惑い、操作しにくい’というものがあった。

このようにアンケートでは、リモートプルダウンメニューの平均項目選択時間の方が短いという実験結果と一致し、リモートプルダウンメニューの方が使いやすいとされた。また、両メニューの時間差が僅かだと思っているものが多いのにも関わらず、リモートプルダウンメニューはその選択操作が楽なせいでプルダウンメニューに比べて好まれている。

4 あとがき

本稿では、項目数の多いメニュー方式の一つであるプルダウンメニュー方式での項目選択効率を改善するために、その変形であるリモートプルダウンメニュー方式を提案し、普通のプルダウンメニュー方式との比較のために実験を行なった。実験では項目選択時間と誤り率を測定して、両メニュー方式の選択効率の評価を行なった。

その結果、

1. 項目の認識という要因の入りにくい cue 型、および、認識が必要な uncue 型の項目グループによる実験結果の両方から、リモートプルダウンメニュー方式の方がプルダウンメニュー方式に比べて平均項目選択時間を短縮する
2. cue 型、uncue 型の項目グループによる実験の両方で、選択誤り率の点では両メニュー間に統計上有意な差は見られなかった
3. 被験者の主観的意見によると、そのほとんどが普通のプルダウンメニュー方式よりもリモートプルダウンメニュー方式を好み、使いやすいと感じている

などを明らかにした。

今回の実験では、リモートプルダウンメニューの操作に使うボタンは、3つあるうちのどれでも良いとしているが、実際の使用状況を考えると、一般の作業時に用いるボタンとリモートプルダウンメニュー呼び出し用のボタンは別にしなければならない。今後の課題として、リモートプルダウンメニューを実際の作業の

合間に使う場合の使いやすさについて調べる予定である。

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] 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).
- [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), J74-D-II, 12, pp.1748-1755 (1991-12).
- [3] 李, 下出, 山本, 魚井, 辻野, 都倉 : "マルチカラムメニューとプルダウンメニューの実験的評価", 情報処理学会ソフトウェア工学研究会資料, 82-6, pp. 39-45 (平 3-12).
- [4] 山本, 魚井, 辻野, 都倉 : "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", 情報処理学会ソフトウェア工学研究会資料, 82-7, pp. 47-54 (平 3-12).