

リニアメニューにおける開閉ボタンの位置が探索に与える影響

塩出研史^{†1} 宮下芳明^{†1}

概要: 多くのシステムやアプリケーションでは、アイテムを直線状に並べたリニアメニューが用いられている。先行研究では、開閉ボタンが上部に位置するプルダウンメニューが対象とされてきた。しかし、ボタンの位置はリニアメニューの表示位置に対して上部・中央部・下部などさまざまに存在する。本稿では、リニアメニューにおける開閉ボタンの位置が探索に与える影響を調査するために実験を行った。その結果、ボタンの位置付近のアイテムが最初に注視される傾向にあることが分かった。しかし、ボタンの位置から近いにも関わらず、平均探索時間が長くなってしまいうターゲットの位置も存在することが分かった。

1. はじめに

多くのシステムやアプリケーションでは、アイテムを直線状に並べるリニアメニューが用いられている。例えば、Microsoft Word のフォント選択メニュー (図 1 左) や Google カレンダーのタイムゾーンのメニュー (図 1 中央), Windows のエクスプローラのジャンプリスト (図 1 右) などがあげられる。

ユーザがリニアメニューを使用するときの探索行動を分析する研究や、数式モデル化、条件ごとの比較、他の形式のメニューとの比較をする研究はこれまでに数多く行われてきた。しかし、それらの研究の多くは、開閉ボタンがメニューの表示位置に対して上部に位置している、プルダウンメニューを対象として行われてきた。プルダウンメニューでは、ユーザは上から下方向にターゲットを探索する傾向にあることが知られている[1]。

一方で、リニアメニューの開閉ボタンの位置は、システムやアプリケーションによってさまざまである。例えば、図 1 の赤枠部分で示しているように、Microsoft Word のフォント選択メニューのボタンはメニューの表示位置に対して上部、Google カレンダーのタイムゾーンのメニューのボタンは中央部、Windows のエクスプローラのジャンプリストのボタンは下部に位置している。

ユーザがリニアメニューを開くためにボタンをクリックするときには、ボタンの位置を注視すると考えられるため、ボタンの位置による探索への影響は大きいと考えられる。また例えば、探索がリニアメニューの中央部から開始された場合、ユーザは上方向に探索するか、下方向に探索するかを選択しなければならないため、プルダウンメニューの場合に比べてより多様な探索行動が想定される。しかし、さまざまなボタンの位置を考慮したリニアメニューの探索については、今までに調査されていなかった。ボタンの位置による探索への影響を調査することによって、より多くのリニアメニューのデザインに貢献することができると考えている。

プルダウンメニューに関する研究の多くは、探索と選択

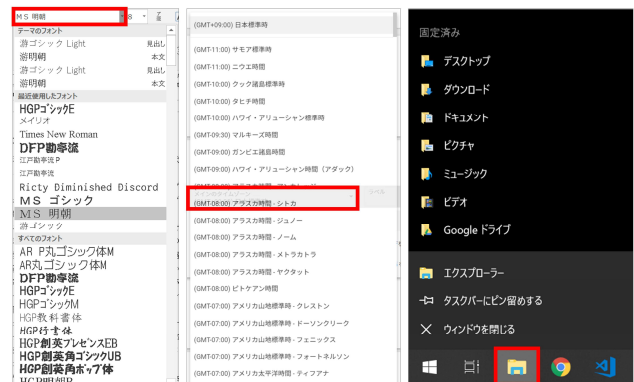


図 1 リニアメニューの例 (赤枠部分は開閉ボタンの位置を示す)

の 2 つの行動を混合した上での、パフォーマンスを重視した研究であった。一方で、探索完了時の結果に応じて、その後の行動が変化する場面は多く存在する。例えば、探索完了時にメニュー内にターゲットが存在しないことが分かった場合、その後の選択行為は行われない。また、Windows のエクスプローラのジャンプリストの例 (図 1 右) では、ユーザは固定済みフォルダの一覧の中で開きたいフォルダを探索し、あった場合にはそのフォルダを選択し、なかった場合には「エクスプローラー」を選択し、より詳細な画面を表示して再び探索を開始する、という状況も可能性として想定される。そのため、プルダウンメニューに関する先行研究について、探索と選択を混合したパフォーマンスではなく、探索のみに焦点をあてた研究もある。本稿では、リニアメニューにおける開閉ボタンのさまざまな位置について実験を行い、探索時間や探索行動の調査を行った。探索のみを対象とした分析を行うことによって、まずは探索行動の機序についての解明につながり、広く知見を活用することができると考えている。

2. 関連研究

リニアメニューに関する研究として、探索行動の分析や数式モデル化、条件ごとの比較、異なる形式のメニューと

^{†1} 明治大学

の比較などが行われてきた。また、ウェブ閲覧時における探索行動に関する研究もこれまでに行われてきた。

2.1 リニアメニューの探索行動の分析

Byrne らは、プルダウンメニューの探索行動において、アイテム数・ターゲットの位置ごとの反応時間や、ターゲットの位置・アイテムの位置ごとの注視回数などを実験からデータとして集めた[1]。実験の結果として、プルダウンメニューの選択時間は、アイテムの位置に対応する線形関数になっており、上から下方向に探索される傾向にあることが分かった。また、注視回数のデータをもとに、探索はアイテム1個ずつ行われているわけではなく、スキップも混在していることを明らかにした。

Aaltonen らは、メニューのアイテムを全て読ませるタスクと、ターゲットを探索するタスクを設けて実験を行った[2]。その結果、読ませるタスクではアイテムが1個ずつ注視されたのに対し、探索するタスクでは注視がスキップされながら行われた。探索するタスクにおいて、ユーザは1回の注視で複数のアイテムを処理することが分かった。また、ユーザは探索をするときに、連続して同一の方向にサッケードさせる傾向にあることが明らかになった。

2.2 リニアメニューの数式モデル化

Cockburn らは、プルダウンメニューの選択時間の数式モデル化を行った[3]。この数式モデルではフィッツの法則を用いており、アイテムの高さがそれぞれ違う場合も考慮している。また、ヒック・ハイマンの法則も用いており、繰り返し同じメニューを使用することによる学習を考慮している。また、Cockburn らは、この数式モデルを拡張し、スクロールや階層構造を考慮したメニューの選択時間についてモデル化を試みた[4]。

Bailey らは、アイテム数・整列順序・ターゲットの位置・ターゲットがメニュー内に存在するかどうか・学習の5種類の要因を網羅し、プルダウンメニューの選択時間の数式モデル化を行った[5]。この数式モデルでは確率密度関数を用いており、線形探索・直接探索・ポインティングの3つの要素の足し合わせによって、注視される位置の確率分布を表現している。線形探索は初めて利用するメニューに対する探索行動を示しており、直接探索はメニューを繰り返し使うことによる学習効果を反映したものである。同じメニューの使用回数が増えるにつれて、線形探索と直接探索を足し合わせるときの、直接探索の比率が増加していく。

2.3 リニアメニューでの条件ごとの比較

Hornof らは、種類ごとにグループ化されたメニューにラベリングを施した場合とそうでない場合について、探索時間の比較を行った[6]。その結果、ラベリングされている場合に探索時間が短くなることが分かった。また、ラベリングされていない場合には、より大きくグループの数に影響を受けて探索時間が長くなっていくことが分かった。

Somberg は、動的にメニュー内のアイテムの構成が変化

していく場合において、ランダム順よりもアルファベット順や確率順のように、意味のある整列順序の方が初期段階では反応時間的に優れているが、学習するにつれてメニューのアイテムが位置的に固定されていることの方が重要であることを示した[7]。

Brumby らは、メニューの視覚的なグループ化が探索時間に与える影響について調査した[8]。カテゴリ順またはランダム順・各グループに含まれるアイテム数・視覚的にグループ化されているか、といった3種類の要因で実験を行った。その結果、カテゴリごとに視覚的にグループ化されている場合、各グループに含まれるアイテム数が3個の場合よりも6個の場合の方が、平均探索時間が短くなることが分かった。また、メニューのアイテムがランダム順に並べられている場合、視覚的にグループ化されていると平均探索時間が長くなっていくことが分かった。この結果から、デザイナーがメニューのアイテムを視覚的にグループ化する際には、カテゴリが一致しないアイテム同士をグループ化していないか注意する必要があることが分かった。

Nilsen らは、プルダウンメニューのアイテム間の距離が選択時間に与える影響について調べるために実験を行った[9]。また実験では、アイテムとして数字および語句の2種類を用意した。その結果、アイテムが数字の場合、アイテムが語句の場合に比べて選択時間が短くなることが分かった。また、アイテム間の距離が小さい場合は、大きい場合に比べて選択時間が短くなることが分かった。

Liu らは、プルダウンメニュー内におけるアイテム使用頻度の分布の違いが、選択時間に与える影響について調査するために実験を行った[10]。その結果、各アイテムの選択時間はそのアイテム自体の使用頻度だけでなく、他のアイテムの使用頻度にも影響を受けていることが分かった。

Brumby らは、メニュー内でターゲットを正確に知っているか、ターゲットの説明のみを把握しているかの違いが、ユーザの探索行動に与える影響を調査するために実験を行った[11]。その結果、ターゲットの説明のみを把握している場合には、ターゲットを正確に知っている場合に比べて、注視間の距離が短いことが分かった。ターゲットを正確に知っている場合には、視覚的な特徴のみを識別しながら探索できるのに対し、ターゲットの説明のみを把握している場合は、アイテムを注意深く読み、理解しながら探索する必要があるためだと考えられている。

Card らは、ユーザがメニュー内のターゲットを正確に知らない場合、カテゴリ順よりもアルファベット順の方が早く探索できることを示した[12]。

2.4 リニアメニューと異なる形式のメニューの比較

Callahan らは、プルダウンメニューとパイメニューにおける選択時間を比較するために実験を行った[13]。実験ではメニューに含まれるアイテム数を8個としていた。その結果、パイメニューはプルダウンメニューと比較し、エラ

一率が低くなり、選択時間が短くなることが分かった。

Ahlstromらは、階層構造を持つメニュー同士で、ユーザの選択時間の比較を行った[14]。階層構造を持つメニューとして、リニアメニューとパイメニュー、四角形で2次元にアイテムが並べられたメニューを用いた。

山本らは、プルダウンメニュー間の移動を簡単に行えるシステムを提案し、ユーザのアイテム選択を支援した[15]。提案手法では、通常のプルダウンメニューが複数並んでいる場合に比べて、平均選択時間が短くなることが分かった。

李らは、プルダウンメニューとマルチカラムメニューの平均選択時間の比較を行った[16]。その結果、マルチカラムメニューの平均選択時間の方が短くなることが分かった。一方でユーザはプルダウンメニューを好むことが分かった。

山本は、ポップアップメニューにおいて、横配置型メニューを提案し、従来の縦配置型メニューとの全体平均選択時間の比較、およびメニューを開くときのマウスマウスの初期位置が全体平均選択時間に与える影響について調査するために実験を行った[17]。その結果、縦配置型メニューと比較し横配置型メニューのパフォーマンスが優れていることが分かった。また、横配置型メニューにおいて、マウスマウスの初期位置が右端であった場合、左端と中央の場合に比べて全体平均選択時間が長くなることが分かった。この研究では、アイテム数が10個の場合のみについて、マウスマウスの初期位置による全体平均選択時間に対する影響が調査されていた。それに対して本稿では、ボタンの位置・アイテム数・ターゲットの位置を要因として、より詳細に探索について分析する。

2.5 ウェブの探索行動の分析

DeWittは視線情報を計測し、ウェブ上のナビゲーションメニューがどのような順番で探索されるかを分析した[18]。

Xieらは、画像検索におけるユーザの視線情報を計測した[19]。水平方向に関しては、左側や右側に位置する画像よりも、中央に位置する画像の方がより早く探索されることが分かった。また、垂直方向に関しては、上から下へと探索される傾向があることを示した。一方で、CTR（クリック率）においては、水平方向での差は見られなかった。

3. 実験

3.1 目的

本稿では、リニアメニューにおけるボタンの位置が、探索時間・視線の動きに与える影響について調べるために実験を行った。実験は、ユーザがアイテムの配置を全く記憶していない、つまり初めて利用するメニューで探索を行う状況を想定したデザインとした。また、マウスマウスの初期位置を用いてターゲットを選択するという条件での、探索行動について調査するために、実験では探索だけでなくターゲットのクリックまでを手順に含めた。



図 2 実験システムの画面

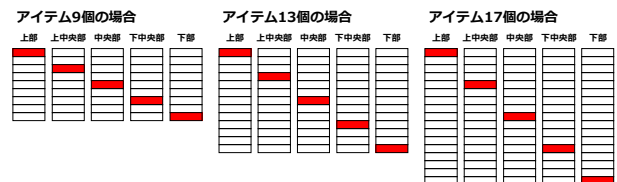


図 3 ボタンの位置

3.2 参加者

参加者は19～24歳の学生10人（男性7人・女性3人）であった。平均年齢は21.3歳であり、全員右利きであった。

3.3 手順

実験では視線計測を行うため、視線計測データを正しく得られるようにキャリブレーションを事前に行わせた。キャリブレーションに使用する時間は最大10分間とし、時間内にキャリブレーションが成功しなかった参加者については、視線に関するデータの結果から排除した。

実験システムの画面を図2に示す。はじめに、参加者は画面中央に固定されたボタンをクリックする（図2左）。その後、リニアメニューが表示され（図2右）、参加者はターゲットを見つけたらスペースキーを押す。ボタンをクリックしてからスペースキーを押すまでの時間を探索時間とする。スペースキーを押した後、ターゲットをクリックする。スペースキーを押すまでの間にもマウスマウスの初期位置を自由に動かしてよい。

以上の手順を1回とし、それぞれの参加者に練習を30回、本番を195回（アイテム数の合計39個×ボタンの位置5か所）×4セットの合計780回を行わせた。セット間では約1分間の休憩を挟み、視線計測のキャリブレーションを行った。終了後、どういった戦略を用いてリニアメニューの探索を行ったかアンケートをとった。

実験では、アイテム数が9個・13個・17個のリニアメニューを用いた。また、メニューの表示位置に対するボタンの位置は、図3の赤色部分に示すように、それぞれ等間隔に5か所を用いた。ボタンの位置はそれぞれ上から順に上部・上中央部・中央部・下中央部・下部と定義した。また、メニューのアイテムとして、全て4文字であり頭文字がそれぞれ異なる英単語を17個用いた。ターゲットとなるアイテムは常に同じで「aunt」とした。また、参加者がアイテ

ムの配置を記憶することができないように、メニューのアイテムは毎回ランダムに並び替えられた。

3.4 実験環境

実験システムの開発には Hot Soup Processor 3.4 を使用した。実験ではポインティングのためにマウスを用いた。参加者には利き手でマウスの操作、非利き手でスペースキーの操作を行わせた。

視線計測装置として Tobii T60 を用いた。Tobii T60 のディスプレイは 17 インチであり、1280×1024 ピクセルであった。視線計測は 60Hz で動作し、計測精度は 0.5 度であった。また実験を行う際、参加者の目とディスプレイまでの距離は約 65cm とした。そのため、視線計測装置の計測誤差は計算上、最大約 21.5 ピクセルであった。また、固視微動は最大で瞬間角速度 1 度に達するランダムな運動であり、固視微動の大きさを視線計測装置の 60Hz に当てはめると、最大約 0.017 度であった。ディスプレイの解像度に当てはめると約 0.7 ピクセルであった。したがって実験中では、視線計測装置で検出された座標から半径約 22.2 ピクセル以内のどこかを参加者が注視しているという情報が得られた。また、リニアメニューのアイテムは全て同じ高さであり、26 ピクセルであった。ディスプレイの解像度に当てはめると、約 0.68cm であった。

3.5 仮説

実験の仮説は以下の通りである。

仮説 1 リニアメニューを開くためにボタンをクリックしなければならぬため、ボタンの位置付近のアイテムが最初に注視される傾向にある。

仮説 2 ターゲットの位置ごとの平均探索時間について、ボタンの位置から近いほど短く、離れるほど長くなる。

3.6 結果

結果についてはエラー試行を排除したうえで計算を行った。また、4 人の参加者は視線計測のキャリブレーションが成功しなかったため、視線に関するデータの結果から排除したうえで計算を行った。

3.6.1 最初に注視された位置の比率

最初に注視された位置の比率を図 4 に示す。アイテム数が 9 個の場合について、リニアメニューの表示範囲は上から順にアイテムの位置 1~9 であり、位置 0 は位置 1 より上 26 ピクセル (アイテム 1 個分の高さ) 範囲、位置 10 は位置 9 より下 26 ピクセル範囲を示す。アイテム数が 9 個の場合に、ボタンの位置が最初に注視された比率について、ボタンが上部 (位置 1) にある場合には 49.1%、上中央部 (位置 3) にある場合には 50.5%、中央部 (位置 5) にある場合には 51.9%、下中央部 (位置 7) にある場合には 50.9%、下部 (位置 9) にある場合には 45.4% であり、全てのボタンの位置の場合について、他の位置と比較し最も大きい比率であった。同様にアイテム数が 13 個・17 個の場合について、ボタンの位置が最初に注視された比率は、他の位置と

比較し最も大きい比率を示した。よって、仮説 1 は支持された。

3.6.2 平均探索時間

ボタンの位置・アイテム数・ターゲットの位置ごとの平均探索時間を図 5 に示す。アイテム数が 9 個の場合に、ボタンの位置の平均探索時間について、ボタンが上部 (位置 1) にある場合には 616 ミリ秒、上中央部 (位置 3) にある場合には 715 ミリ秒、中央部 (位置 5) にある場合には 894 ミリ秒、下中央部 (位置 7) にある場合には 832 ミリ秒、下部 (位置 9) にある場合には 809 ミリ秒であり、全てのボタンの位置の場合について、他の位置と比較し最も短い平均探索時間であった。同様にアイテム数が 13 個・17 個の場合について、最も短い平均探索時間の位置はボタンの位置、またはボタンの位置の 1 個上の位置であった。

ボタンの位置が上部にある場合に、全てのアイテム数の場合について、先行研究[1]と同様に、ターゲットの位置がボタンの位置から近い場合に平均探索時間が短く、ボタンの位置から離れるにしたがって平均探索時間が長くなる傾向が見られた。ボタンの位置が下部にある場合にも、全てのアイテム数の場合について同様の傾向が見られた。

一方で、ボタンの位置が上中央部でアイテム数が 13 個・17 個の場合に、ボタンの位置から近いにも関わらず、他の位置と比較して、平均探索時間が最も長い位置が存在することが分かった (図 5 赤丸部分)。よって、仮説 2 は棄却された。

3.6.3 探索戦略に関するアンケート

実験終了後にどのような戦略を用いてリニアメニューの探索を行ったかアンケートをとったところ、参加者 10 人中 6 人が「ボタンの位置から上方向に探索し、その後下方向に探索した。」と回答した。参加者 2 人は「ボタンの位置からアイテム数が少ない方向に探索し、その後逆方向に探索した。ボタンの位置が中央の場合には、ボタンの位置から上方向に探索し、その後下方向に探索した。」と回答した。参加者 1 人は「ボタンの位置付近を探した後、上端または下端のアイテムを探し、その後逆方向に探索した。」と回答した。参加者 1 人は「ボタンの位置から上方向に探索し、その後下方向に探索することもあれば、下方向に探索し、その後上方向に探索することもあった。どちらの方向を最初に選択するかは、特に考えていなかった。」と回答した。また、先行研究[6]と同様に、「マウスカーソルを動かしながら探索した。」といった感想や、「マウスカーソルはターゲットを見つけてから動かした。」といった感想も得られた。

4. 考察

実験の結果から、以下の 3 つのことが分かった。これらについて、考察を述べる。

① ボタンの位置が最初に注視される傾向にあった。

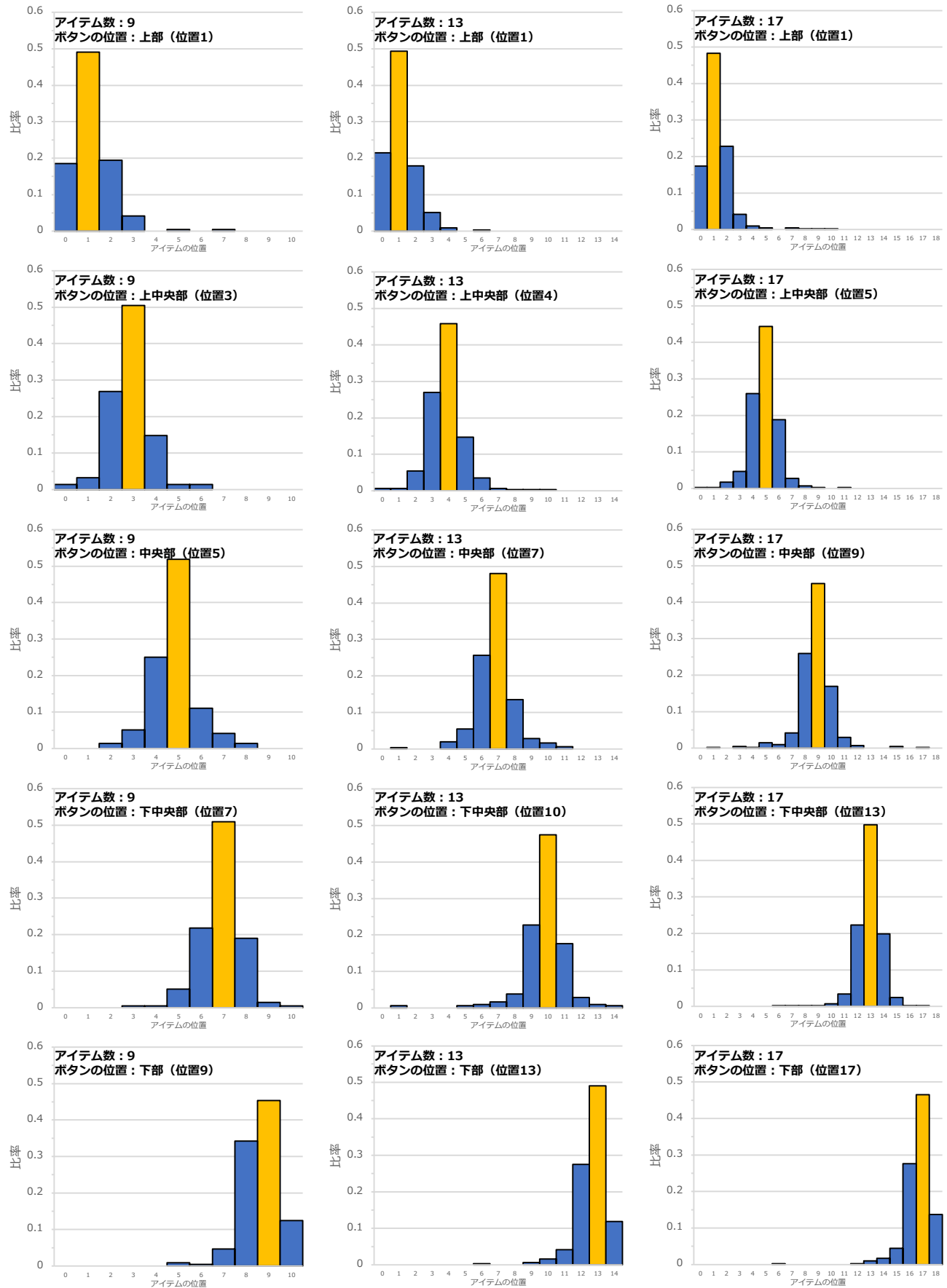


図 4 最初に注視された位置の比率 (橙色部分はボタンの位置を示す)

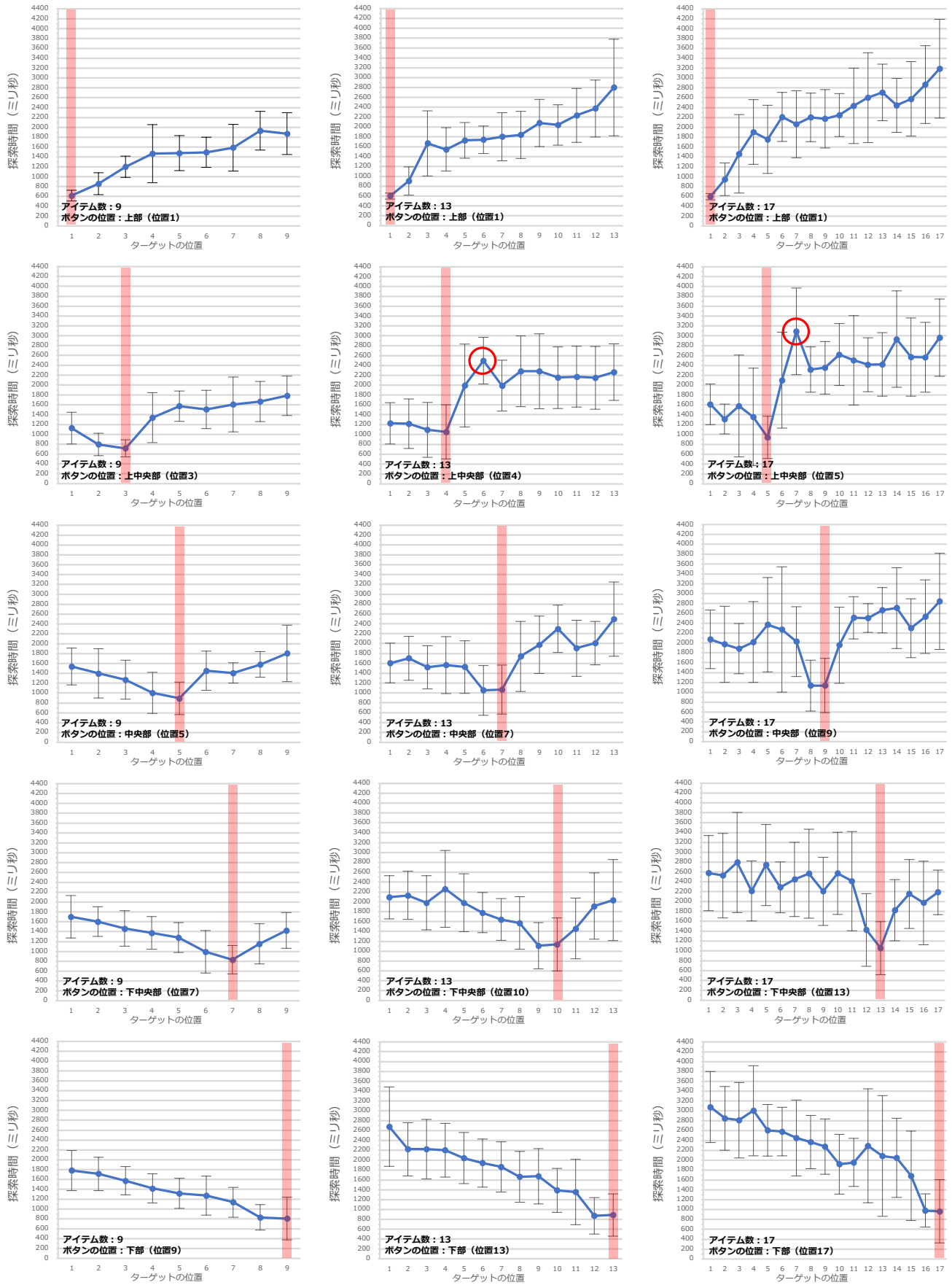


図 5 ボタンの位置・アイテム数・ターゲットの位置ごとの平均探索時間 (赤線部分はボタンの位置を示す)

- ② ボタンの位置から近いにも関わらず、平均探索時間が長いターゲットの位置が存在した。
- ③ 探索戦略について、「ボタンの位置から上方向に探索し、その後下方向に探索した。」と答えた実験参加者が最も多かった。

4.1 ボタンの位置が最初に注視される傾向

実験における全てのアイテム数・ボタンの位置の場合について、ボタンの位置が最初に注視された比率は、他の位置と比較し最も大きい比率を示した。ユーザはリニアメニューを開くためにボタンをクリックしなければならないため、メニューを開く前にボタンの位置を注視するのだと考えられる。メニューが開かれた後にも同じ位置での注視を継続し、ボタンの上に重なるアイテムを最初に確認していると考えられる。実験の結果から、ボタンの位置の平均探索時間が短いことも分かった。

4.2 ボタンの位置付近の平均探索時間が長い位置

実験の結果から、図5赤丸部分のように、ボタンの位置から近いにも関わらず、平均探索時間の長いターゲットの位置が存在した。アイテム数が17個・ボタンの位置が上中央部(位置5)・ターゲットの位置が7の場合に、探索時間が長かった1試行について、視線とマウスカーソルの軌跡を図6に示す。ボタンの位置から上方向に探索され、その後下方向に探索されている。しかし、探索方向を転換するときに、多くのアイテムがスキップされていることが分かる。その後再び上方向に転換し、スキップしてしまったアイテムを探索しようと試みているが、ターゲットの位置までは届かず、再び下方向に探索をしている。ユーザはボタンの位置付近は既に探索済みであると考えてしまい、探索が行われていないアイテムの位置までスキップしてしまったのだと考えられる。

4.3 探索戦略

探索戦略について、「ボタンの位置から上方向に探索し、その後下方向に探索した。」と答えた実験参加者が10人中6人と最も多かった。また、実験参加者2人からは「ボタンの位置からアイテム数が少ない方向に探索し、その後逆方向に探索した。ボタンの位置が中央の場合には、ボタンの位置から上方向に探索し、その後下方向に探索した。」といった回答が得られた。このことから、ユーザ全体の傾向としては、最初にボタンの位置から上方向へ探索することを好んでいると推測される。

一方で、同じ探索戦略を回答した実験参加者同士の探索データについて比較したときに、必ずしも同じような傾向が見られるわけではないことが分かった。「ボタンの位置から上方向に探索し、その後下方向に探索した。」と回答した実験参加者の内2人(以降、実験参加者A・Bとする)を例として、アイテム数が17個・ボタンの位置が中央部(位置9)の場合のターゲットの位置ごとの平均探索時間を図7に示す。実験参加者Aの平均探索時間(図7左)につい

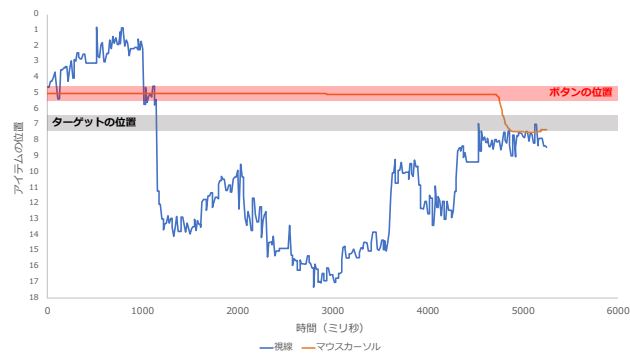


図6 アイテム数が17個・ボタンの位置が上中央部(位置5)・ターゲットの位置が7の場合の、1試行における視線・マウスカーソルの軌跡

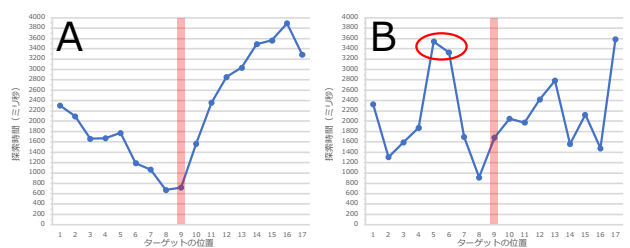


図7 「ボタンの位置から上方向に探索、その後下方向に探索した。」と回答した実験参加者2人の、アイテム数が17個・ボタンの位置が中央部(位置9)の場合の、ターゲットの位置ごとの平均探索時間(赤線部分はボタンの位置を示す)

て、ボタンの位置から上側の位置の平均探索時間の傾きと比較し、下側の位置の平均探索時間の傾きが大きくなっている。上方向に探索し、その後下方向に探索したことが予測しやすい、単純な形のグラフとなっている。一方で、実験参加者Bの平均探索時間(図7右)は、凹凸のあるようなグラフとなっている。また位置4・5(図7右赤丸部分)は、実験参加者Bがスキップしてしまう傾向にあった位置であると推測される。実験参加者Bの、ターゲットの位置が5の場合の1試行について、視線とマウスカーソルの軌跡を図8に示す。アンケートで回答していた通りに、ボタンの位置から上方向に探索し、その後下方向に探索していることが分かった。また、ターゲットの位置付近がスキップされてしまっていることも分かった。このように、アンケートにおいて同じ探索戦略を回答した実験参加者同士で比較を行ったときにも、平均探索時間の結果は大きく異なる。これは、1個ずつ探索を行っているか、スキップしながら探索を行っているかの違いが表れていると考えられる。

ボタンの位置が上部・下部の場合にもスキップは起こる事象であるが、一定方向に探索を開始し、端のアイテムを探した時点で、一通り全てのアイテムに目を通した状態になる。この単純性のため、探索時間を全体の平均として見

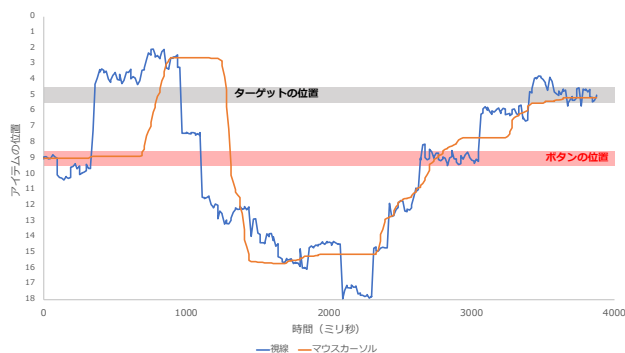


図 8 実験参加者 B の、アイテム数が 17 個・ボタンの位置が中央部（位置 9）・ターゲットの位置が 5 の場合の、1 試行における視線・マウスカーソルの軌跡

たときに、ボタンの位置とターゲットの位置の距離に対応する線形関数として描かれる。一方で、ボタンの位置が上中央部・中央部・下中央部の場合には、まずユーザは探索する方向を決定する必要がある。その後ボタンの位置から一定方向に探索を開始し、端のアイテムを探したとしても、まだ探していないアイテムの区間が存在する状態である。この状態のときに、ユーザはまだ探索していない領域に視線をジャンプさせて、再び探索を開始する必要がある。ボタンの位置が上部・下部にある場合に比べて、ユーザの行動選択が複雑になる。そのため、アイテム数が多くなるにしたがって、探索時間を全体の平均として見たとしても、ボタンの位置とターゲットの位置の距離に対応する線形関数にはならなかったのだと考えられる（図 5）。

5. まとめ

本稿では、リニアメニューにおける開閉ボタンの位置が探索に与える影響について調査を行った。リニアメニューを開くためにボタンをクリックしなければならないため、ボタンの位置付近が最初に注視されることが分かった。しかし、ボタンの位置から近いに関わらず、平均探索時間が長くなってしまいうターゲットの位置も存在することが分かった。ユーザがボタンの位置付近は最初に探索済みであると考え、実際には探索していない位置までスキップしてしまうことが原因であると考えられる。このことから条件によっては、リニアメニューをデザインするときに、ボタンの位置付近に使用頻度の高いアイテムを安易に配置してはならないと考えられる。

本稿で行った実験は、メニュー内にターゲットが存在する前提のデザインであった。実際にはメニュー内にターゲットが存在するかどうかが未知である状況も想定される。メニュー内にターゲットが存在しないことを判定するまでのユーザの探索行動についても、今後調査する必要がある。また、本稿での実験は、ユーザがアイテムの配置を全く記憶していない、つまり初めて利用するリニアメニューで探

索を行う状況を想定したデザインであった。実際には繰り返し同じリニアメニューを使うことも多いため、ユーザの配置記憶を考慮した実験も行う必要がある。また、本稿の実験では、ランダムな順番でリニアメニューのアイテムが並べられていた。実際のシステムやアプリケーションでは、アルファベット順やカテゴリ順で並べられていることが多い。今後、並び順も考慮した調査を行っていく必要がある。

参考文献

- [1] Byrne, M., Anderson, J., Douglass, S. and Matessa, M. Eye Tracking the Visual Search of Click-Down Menus. Proc. CHI'99, 1999, 402-409.
- [2] Aaltonen, A., Hyrskykari, A. and Raiha, K. 101 Spots, or How Do Users Read Menus? Proc. CHI'98, 1998, 132-139.
- [3] Cockburn, A., Gutwin, C. and Greenberg, S. A Predictive Model of Menu Performance. Proc. CHI'07, 2007, 627-636.
- [4] Cockburn, A. and Gutwin, C. A Predictive Model of Human Performance with Scrolling and Hierarchical Lists. Human-Computer Interaction, Vol.24, No.3, 2009, 273-314.
- [5] Bailly, G., Oulasvirta A., Brumby, D. and Howes, A. Model of Visual Search and Selection Time in Linear Menus. Proc. CHI'14, 2014, 3865-3874.
- [6] Hornof, A. and Halverson, T. Cognitive Strategies and Eye Movements for Searching Hierarchical Computer Displays. Proc. CHI'03, 2003, 249-256.
- [7] Somberg, B. A Comparison of Rule-Based and Positionally Constant Arrangements of Computer Menu Items. Proc. CHI'87, 1987, 255-260.
- [8] Brumby, D. and Zhuang, S. Visual Grouping in Menu Interfaces. Proc. CHI'15, 2015, 4203-4206.
- [9] Nilsen, E. and Evans, J. Exploring the Divide Between Two Unified Theories of Cognition: Modeling Visual Attention in Menu Selection. Proc. CHI'99, 1999, 288-289.
- [10] Liu, W. Bailly, G. and Howes, A. Effects of Frequency Distribution on Linear Menu Performance. Proc. CHI'17, 2017, 1307-1312.
- [11] Brumby, D., Cox, A., Chung, J. and Fernandes, B. How Does Knowing What You Are Looking for Change Visual Search Behavior? Proc. CHI'14, 2014, 3895-3898.
- [12] Card, S. User Perceptual Mechanisms in the Search of Computer Command Menus. Proc. CHI'82, 1982, 190-196.
- [13] Callahan, J., Hopkins, D., Weiser, M. and Shneiderman, B. An Empirical Comparison of Pie vs. Linear Menus. Proc. CHI'88, 1988, 95-100.
- [14] Ahlstrom, D., Cockburn, A., Gutwin, C. and Irani, P. Why It's Quick to Be Square: Modelling New and Existing Hierarchical Menu Designs. Proc. CHI'10, 2010, 1371-1380.
- [15] 山本康友, 魚井宏高, 辻野嘉宏, 都倉信樹. リモートプルダウンメニュー方式の提案とその評価. 電子情報通信学会論文誌, Vol.76, No.7, 1993, 364-370.
- [16] 李美雲, 下出協子, 山本康友, 魚井宏高, 辻野嘉宏, 都倉信樹. マルチカラムメニューとプルダウンメニューの比較について. 電子情報通信学会論文誌, Vol.76, No.8, 1993, 460-462.
- [17] 山本康友. 横配置型メニューの方式の提案とその評価. 電子情報通信学会論文誌, Vol.74, No.12, 1991, 1748-1755.
- [18] DeWitt, A. Examining the Order Effect of Website Navigation Menus with Eye Tracking. Journal of Usability Studies, Vol.6, No.1, 2010, 39-47.
- [19] Xie, X., Liu, Y., Wang, X., Wang, M., Wu, Z. and Wu, Y. Investigating Examination Behavior of Image Search Users. Proc. IR'17, 2017, 275-284.