

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 6 月 15 日現在

機関番号：12102

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2013～2015

課題番号：25330166

研究課題名(和文)文章と画像の効果的スクロール表示実現のための心理学的研究

研究課題名(英文) Psychological study for more effective way of presenting texts and images with small displays

研究代表者

森田 ひろみ (MORITA, Hiromi)

筑波大学・図書館情報メディア系・准教授

研究者番号：00359580

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,900,000円

研究成果の概要(和文)：私達現代人は、毎日かなりの時間携帯型端末の小さな画面上でフリックしては情報を得ている。タブレット端末で情報を探し、スマートフォンで道順を確認する等々。ところが、このような情報環境は、視覚情報処理においては非常に特殊な状況である。歩きスマホのように、背景から切り取られた画面内の情報だけに注目する視覚情報処理について、心理実験により研究した。その結果、探索活動などの課題は画面サイズの影響を受けたが、課題によっては影響はなかった。また、画像をスクロールするか、画面を移動するかというような表示方法の違いが効率に影響することがわかった。結果から、より自然で効率的な情報表示法を提案していく。

研究成果の概要(英文)：We, people of today, spend a long time flicking on the small display of mobile device to get information every day. We search necessary information with tablet devices and check the route to the destination with smart phones. However, such informational environment is unusual. Thus we studied the cognitive process of getting information with small display cut off from the surrounding real visual environment as we experience when we walk watching smartphone. Results show that, the display size affected some kinds of processes such as visual search, but it did not affect other kinds of processes. In addition, which of the image or the device we move had an effect on the efficiency of information processing. With the knowledge we are proposing the more natural and efficient way of presenting information with small display.

研究分野：認知科学

キーワード：人間情報学 認知科学 実験心理学 スクロール表示 視覚探索 美しさ マンガ

1. 研究開始当初の背景

我々は日常的に、携帯型端末の小さな画面で長い文章を読んだり、大きな画像を探索したり写真を見たりしている。このような情報探索行動は、人間にとって比較的新しい行動様式であることから、その方略や特徴について、現在までにあまり調べられていない。

関連する研究として、視野制限窓を用いて視野が制限された状態で画像認知について調べる研究が行われているが、それらの研究から、画像認知においては、空間分解能が高い中心視野だけでなく、傍中心視野や周辺視野も重要な役割を果たすことが分かっている (Saida & Ikeda, 1979 など)。これらの視野の重要な役割の一つは、次に中心視を向けるターゲットを適切に選択することである。この知見に基づくと、小さな画面を用いて大きな画像を見ると、画像の周囲は切り取られた状態にあるため、その影響は特に画像の全体像を大局的に見る必要や、画像を隅々まで効率的に走査する必要がある課題において特に大きく見られることが予想される。

このような課題の一つ、視覚探索課題に関して、視線によるスキャンパスを調べる実験はなされているが (Gilchrist & Harvey, 2000 など)、小さな画面や視野制限窓で視野を制限した条件下での、視覚探索実験はなされていない。

ここで、視野制限窓を用いた実験では、静止した画像上を視線移動に伴って表示窓が移動することにより、画像の様々な部分を知覚するのに対し、携帯型端末を用いる場合は、画面が静止しており、その中で画像をスクロールして表示する。この場合、画像が移動すること、また画面上に次々に部分画像が上書きされることなど、スクロール表示特有の視覚的状況が生じるが、その影響について、現在まで調べられていない。

2. 研究の目的

携帯型端末のよりよい表示方法を提案するために、限られた画面を通して、文章を読んだり画像を見たりする際の認知特性を調べる。その際、上記のスクロール表示特有の視覚的状況 2 点の影響を、課題成績と走査経路のデータから明らかにする。本研究で取り挙げた課題は、文章の読み、視覚探索、路線図の追跡、美術品の鑑賞、マンガの読みである。このうち、視覚探索課題を用いた実験の方法と結果を以下に詳述する。

3. 研究の方法

表示窓を設定せず、探索画像全体が表示される条件を「コントロール条件」、探索画像上で表示窓を移動することにより画像を走査して見る条件を「窓操作条件」、ディスプレイ中央に固定された窓内に画像をスクロールして見る条件を「画像操作条件」とした。これらの 3 条件で視覚探索を行い、探索効率を比較した。また、探索中の走査経路を分析

した。

(実験参加者)24名の大学生および大学院生 (実験環境) パーソナルコンピュータとタッチパネル内蔵型液晶カラーディスプレイ (刺激) 探索刺激は、「円」と「雫」の線画からなり、雫がディストラクタ、円がターゲットであった。アイテム数は、4, 9, または 16 個であり、その中にターゲットが 0 から 4 個含まれていた。円の半径は 47 ピクセルで、雫はこの円と一辺が 94 ピクセルの正方形を基に作成された。画像の大きさは一辺が 500 ピクセルまたは 700 ピクセルの 2 通りで、黒背景上に、白線でアイテムが描かれた。なお、窓の大きさは、横

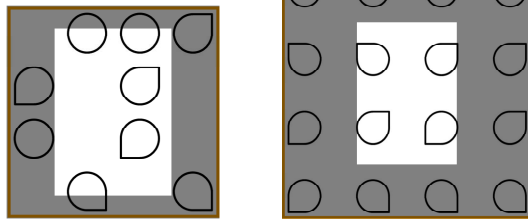


図1. 探索画像の概念図。左図: 500×500 ピクセル。右図: 700×700 ピクセル。白の長方形は、窓操作条件および画像操作条件の表示画面の大きさ (280×400 ピクセル) を表す。

280 ピクセル、縦 400 ピクセルであった (図1 参照)。

(手続き) 実験参加者が開始画面上に描かれたボタンにタッチすると、探索画面が提示される。実験参加者はターゲット (円) の数を数え、数え終わったら直ちにボタンをタッチする。すると、画面上に 0 から 4 までの数字が書かれたボタンが提示されるので、いずれかのボタンをタッチすることにより数を報告する (図2 参照)。

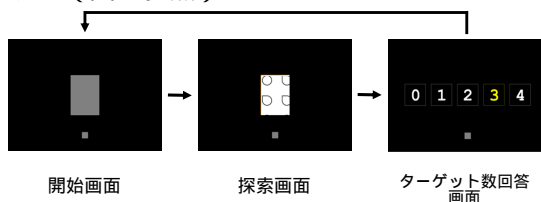


図2. 実験の手続き

窓操作条件の場合には、窓内に指を触れたまま、その指をスライドすると、窓が追従して移動し、画像の见たい部分を表示できる。画像操作条件の場合には、窓内に指を触れたままスライドすると、画像が追従して移動し、見たい部分を表示できる。

(デザイン)

コントロール条件、窓操作条件、画像操作条件の 3 通りの条件下で視覚探索を行った。各条件において、アイテム数が 4, 9, 16 個の 3 通り、画像サイズが 500 ピクセルと 700 ピクセルの 2 通り、ターゲット数が 0 から 4 個の 5 通りの場合を組み合わせ合わせた合計 30 試行をランダムな順序で行った。表示条件は実験参加者内配置とし、全ての順序が実現されるように計画することにより順序効果を相殺した。各条件の実験実施前に 8 試行の練習

を行った。

(実験結果)以下の分析では、ターゲット数が4個の場合を除く。その理由は、ターゲットは4個以下であるため、4個発見した時点で実験参加者が探索を打ち切った可能性が考えられるからである。なお、ターゲット数は分析の要因としない。

(1) 探索時間の分析

アイテム数に対する探索時間のグラフを図3に示す。

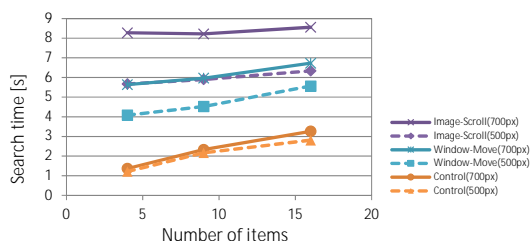


図3. アイテム数に対する探索時間のグラフ

探索時間を対象として、画像表示条件、アイテム数、および画像サイズの3要因の繰り返しのある分散分析を行ったところ、画像表示条件、アイテム数、および画像サイズの主効果が有意であった ($F(1.46, 33.6) = 145, p < .001$; $F(1.38, 31.7) = 86.7, p < .001$; $F(1, 23) = 140, p < .001$)。また、画像表示条件とアイテム数の交互作用、画像表示条件と画像サイズの交互作用が有意であったが、アイテム数と画像サイズの交互作用は有意ではなかった ($F(2.64, 60.7) = 15.0, p < .001$; $F(2, 46) = 64.3, p < .001$; $F(2, 46) = 0.799, ns.$)。表示条件、アイテム数、および画像サイズの交互作用も有意ではなかった。

(2) 探索関数の傾きの分析

アイテム数と探索時間から探索関数の傾きを計算したところ、500ピクセルの画像ではコントロール条件 130 ミリ秒/アイテム、窓操作条件 125 ミリ秒/アイテム、画像操作条件 56.2 ミリ秒/アイテムであった。700ピクセルでは、それぞれ156 ミリ秒/アイテム、91.3 ミリ秒/アイテム、25.1 ミリ秒/アイテムであった。

探索関数の傾きを対象として、画像表示条件および画像サイズの2要因の繰り返しのある分散分析を行ったところ、画像表示条件の主効果が有意であったが、画像サイズの主効果は有意でなく、それらの交互作用も有意ではなかった ($F(2, 46) = 18.7, p < .001$; $F(1, 23) = 1.43, ns.$; $F(1.27, 29.2) = 1.94, ns.$)。

(3) 走査経路の分析

窓操作条件における探索中、画像に対する窓中心のxy座標を記録した。ここから、画像上のどの部分に画面を移動したかという経路を取得できる。画像操作条件における探索中、画面中央に表示される画像上の点のxy座標を記録した。ここから、画像上のどの部分を画面内にスクロール表示したかという

経路を取得できる。これらの時系列データを基に、280ピクセルを超えて窓あるいは画像を移動した区間を「移動」とし、同じ位置に200ミリ秒以上留まっていた区間を「停留」とした。停留中は、画面内の情報処理を行っていたと考えられるのに対し、移動中はその速度に依存して、単に次の部分を画面内に表示させるための操作である場合と、移動しながら画面内の情報処理を行う場合があったと考えられる。

分析の結果から、次のような傾向が見られた。画像操作条件の方が停留回数が多く、1停留あたりの停留時間が長く、したがって探索中の停留時間の合計(総停留時間)も長かった。ただし、どちらの条件でもアイテム数が多いほど、1回あたりの停留時間が長く、アイテム数が少ないほど、また画像サイズが大きいほど、停留回数が多かった。画像操作条件の方が移動回数も多く、1回の移動距離が短く所要時間も短かった。移動速度は画像操作条件の方が速かった。アイテム数が少ないほど、また画像サイズが大きいほど、移動回数が多かった。

(考察)コントロール条件に比べて、窓操作条件は探索時間が長く、画像操作条件はさらに長かった。画像が大きくなると探索時間が長くなったが、その伸び率は表示条件により異なり、画像操作条件、窓操作条件、コントロール条件の順で伸び率が大きかった。また、アイテム数が多くなると探索時間が長くなったが、その傾きは表示条件により異なり、コントロール条件、窓操作条件、画像操作条件の順で大きかった。

以上の課題成績に関する結果から、限られた大きさの表示画面を通して大きな画像の視覚探索を行うことが困難であることがわかる。画面の幅280ピクセルは、視角にするとほぼ5度にあたり、中心視野の広さである。したがって、コントロール条件でも実際にアイテムを見分けられるのは画面の幅程度の範囲と言える。それにも関わらず、窓操作条件や画像操作条件の方が探索時間が長かったのは、周辺視野を有効に用いることができないことが原因と考えられる。また、窓操作条件よりも画像操作条件は更に探索時間が長かったことは、画像をスクロールさせることによる2つの要因、すなわち、画像が移動することおよび上書きされることが、更に探索を困難にすることを示す。特に、画面が静止して画像が移動するという、普段の眼球運動とは対照的な視覚現象が、現在画面内に表示されている部分の画像全体に対する相対的位置の知覚を困難にする可能性を指摘したい。

画像サイズの影響が、画像操作条件において最も強く見られたことも、相対的位置の知覚の困難さが、画像サイズが大きいほど成績に影響すると考えると、理解できる。

また、探索関数の傾きがコントロール条件において最も大きく、画像操作条件で最も小

さい理由も、画像操作条件において、アイテム数が4個の場合は、画像内に広く空きスペースができてしまうことから相対的位置の把握が更に難しくなると考えられるのに対し、アイテム数が16個の場合には、アイテムの規則正しい配列が相対的位置の知覚の手がかりとして働くことから、相対的位置の把握を助けるためとして説明できる。

最後に、窓移動あるいは画像スクロールの経路分析の結果から、画像操作条件の方が停留回数が多く、1回あたりの停留時間も長かったことは、表示と表示の間に重複があり、またいったん探索した領域に戻って表示するなどの無駄な停留が多かったことが推測される。実際に走査系路上に停留位置を表示すると、窓操作条件では四隅で停留する他は停留が見られないのに対し、画像操作条件では四隅間の移動途中における停留が見られた。ただし、窓操作条件では、四隅間をゆっくり移動しながら探索をしている可能性が考えられる。実際に、窓操作条件では移動速度が比較的遅く、移動しながら探索することが可能であったと考えられる。

4. 研究成果

(1) 視覚探索

以上の通り、視覚探索実験から、小さな画面を用いて大きな画像上で探索するとき、探索に時間を要すること、画像が大きいくほど探索時間が長くなること、そして同じく小さな画面を用いても、画像をスクロールする方法は画面を移動する方法に比べて探索時間が長く、画像が大きくなるほど、アイテム数が少なくなるほど不利になることがわかった。ここから、小さい画面で画像の探索を行うときには、画面を移動する方式が効率的であり、画像をスクロールする方式は特に画像が疎の場合に困難であることから、背景にテクスチャを付加するなどの工夫が必要と言える。

(2) 路線図の追跡

一方、路線図をたどるときには、画面が小さいことにより一定程度時間を要するが、たどる速度は小さい画面を通して見るかどうかによらない。また、窓を移動するか画像をスクロールするかによって、成績に全く差が無い。したがって、決まった経路をたどるような操作にあたっては、画面が小さいことはあまり問題にならず、操作方法もどちらでも大差ない。

(3) 美術品の鑑賞

美術品の鑑賞の場合は、窓操作条件と画像操作条件の比較のみ行ったところ、美しさの評定値には差が見られなかったが、好ましさの評定値は窓操作条件の方が有意に高かった。したがって、美術品のインターネット上でのオークションなどの場合には、窓操作により画像を見てもらう方が良いと思われる。また、走査経路は、視覚探索とはまた異なる傾向を示した。

(4) 文章の読み

文章の自動スクロール表示による読み実験のまとめを行った。行単位の不連続なスクロールよりもピクセル単位の滑らかなスクロールの方が快適な読み速度が速いこと、また画面内の文字表示面積が同じならば、縦長に表示するよりも横長に表示する方が快適速度が速いことがわかった(すなわち、1行の文字数を多く取る代わりに行数を少なくしたデザインの方が、素早く読める)。更に、眼球運動測定データの分析から、読み手は、複数行が画面に表示されていても、主にその最下行に視線を向けて読む傾向があることがわかった。このような視線制御のために、行単位のスクロールの場合には、最下行の行末で次の行が画面内に挿入されるのを待つことがあることが示された。このように、最下行への視線制御は、読みに不利に働く。これらの認知的性質に基づき、快適速度がより速い表示方法を提案した。

(5) マンガの読み

最近では、文章だけでなくマンガも携帯型端末で読むことが多くなっている。文章と画像の両方の性質を兼ね備えたマンガを材料としてスクロール表示による読み特性を調べた。その結果、マンガの読み速度が文字数にほぼ依存すること、端末画面が小さくなるに連れて読み時間はかかるが、ページ毎にコマ割りや吹き出しの配置などにしたがって読み進める方略は、端末画面の大きさによらないことが示唆された。

最後に、本研究では、窓移動あるいは画像スクロールの経路分析を行っているが、これは、これまで行われていない新規な分析方法であり、今後、携帯型端末を用いた情報探索行動を研究するのに有効な手法であることが示された。分析方法の確立も本研究の成果の一つである。

<引用文献>

1. Gilchrist, I.D., & Harvey, M. (2000) Rifixation frequency and memory mechanisms in visual search. *Current Biology*, 10, 1209-1212.
2. Saida, S., & Ikeda, M. (1979) Useful visual field size for pattern perception. *Perception & Psychophysics*, 25(2), 119-125.

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文](計 2 件)

1. Ishizaki, T., Morita, H., Morita, M. Feature integration in the mapping of multi-attribute visual stimuli to responses. Peer reviewed, *Scientific Reports*, Vol 5. 2015. DOI: 10.1038/srep09056
2. 石井亮登・森田ひろみ 縦スクロール表示された文章の快適な読み速度と眼球運動。

〔学会発表〕(計 5 件)

1. Fujii, Y., Morita, H. Visual search on small display area by scrolling or moving windows. APCV2016, July 14-17, 2016, Esplanade Hotel, Fremantle (Australia).
2. Fujii, Y., Morita, H. Mapping of combinations of spatial attributes to responses. ICP2016, July 24-29, 2016, パシフィコ横浜(神奈川県横浜市).
3. Fujii, Y., Morita, M., Morita, H. Integrated representations of shape, color and locaton in stimulus-response mapping. APCV2015, July 10-12, 2015, Nanyang Technological University, Singapore (Singapore).
4. Furutate, M. Morita, H., Morita, M. Effects of separate presentation of visual attributes on stimulus-response mapping. APCV2015, July 10-12, 2016 Nanyang Technological University, Singapore (Singapore).
5. 浜田宰, 三原鉄也, 森田ひろみ 情報端末でマンガコンテンツを読む場合の読み特性 日本基礎心理学会 2014 年 12 月 6 日 ~ 12 月 7 日 首都大学東京(東京都八王子市).

〔その他〕

ホームページ等

1. タッチパネル端末における能動的操作に対応した情報提示のもたらす知覚効果の実証

<http://www.slis.tsukuba.ac.jp/mlab/abstract/2015maruyama.pdf>

2. 情報端末を用いたマンガコンテンツの表示方法と読みの関係

<http://www.slis.tsukuba.ac.jp/mlab/abstract/2015hamada.pdf>

3. 情報端末でマンガコンテンツを見るとき
の認知特性

<http://www.slis.tsukuba.ac.jp/mlab/abstract/2013hamada.pdf>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

森田 ひろみ (MORITA, Hiromi)

筑波大学・図書館情報メディア系・准教授

研究者番号：00359580

(2) 研究分担者

綾部 早穂 (AYABE, Saho)

筑波大学・人間系・教授

研究者番号：40323232