

2019年度 修士論文概要

主査	舟橋 健司	副査	佐藤 淳	研究室	舟橋研究室
入学年度	2018年度	学籍番号	30414108	氏名	方 慧宜
論文題目	老視者のスマートフォン利用を考慮したフレームアウトしない部分ズーム手法 Partial Zoom on Small Display without Frame-out for People Suffering from Presbyopia				

1 はじめに

人の眼には調節機能があり、見たい距離に応じてピントを合わせることができる。しかし、年齢と共に調節機能は低下する。この症状を老視と呼ぶ。そして、近づけるとピントが合わず、遠ざけると文字が小さくて読めないという問題が起こる。そのため、彼らがスマートフォンを用いるときは、端末を遠ざけるとともに画面の表示を拡大しなければならない。しかし、文章をスマートフォンで拡大すると、文章が途切れて一部の単語しか見えない場合が多い。そのため、スクロール操作を何回も繰り返さなければならない、手間がかかる。

ところで、人は読書時に短時間における視線の停止(停留)と素早い視線移動(サックード)を繰り返し、停留時に注視点を中心として9から12文字程度の範囲で情報を収集している[1]。そして、現在の注視点から3から5文字ほどの位置で次の注視点を選び、移動を行い、重複して情報を収集する。次の注視点は情報収集済みの範囲から選ばれるため、この注視点周辺における事前の情報収集が妨げられて収集範囲が狭まると、注視点の移動距離が短くなる。そのため停留回数が増加し、円滑な読書ができなくなると言われている。一方で視野の中で高解像度で情報収集できるのは、注視点の周り約2度の範囲である。そのため、注視点から離れた文字は正しい形で認識されていない場合が多い[2]。また、人はひらがなやアルファベットなどの表音文字で構成された単語は、最初と最後以外の中身の文字が入れ替わっていても問題なく読める[3]。これらのことから、例えば明瞭な周辺情報ではなく、文字の縮小やぼけなどのある不明瞭な周辺情報でもできる限り残されていれば、読書時に有効だと考えられる。

そこで本研究では、老視者がスマートフォン等の小さな画面で表示を拡大する際に、拡大によって表示されていた部分がフレームアウトすることで生じる問題の解決方法を考える。具体的には、拡大後にフレームアウトされる周辺情報を残すことで、拡大によって必要になるスクロール操作や、周辺情報収集の手間を無くし、かつ老視者が読みやすいと感じるような拡大方法を考える。そのため、画面に表示されている全てを拡大するのではなく、注目したい部分を拡大しそれ以外の部分を縮小するような部分拡大を提案する。

2 各表示形式における拡大後の黙読時間と読み心地の調査

スマートフォンでよく使われている表示形式は2種類あり、形式ごとに拡大後の表示状態が異なる。固定レイアウト型表示は、文章や図表などの各要素の配置が固定されている方式で、拡大してもレイアウトが変わらない。再流動型表示は、文章と図表などの各要素の配置が流動的に表示される方式で、拡大をするとレイアウトが再編される。加えて、高齢者が頻繁に使う拡大手段として拡大鏡が挙げられる。それぞれの方法で文章を拡大した際の黙読時間と読み心地を調査した。黙読時間が増加せず、読み心地が低下しない条件を整理する。全ての実験において被験者には、表示形式の異なる文章を黙読してもらい、その黙読時間を計測する。その後、読み心地を回答してもらう。実験結果をもとに、具体的に、黙読時間が増加せず、読み心地が低下しない条件は下記の通り整理できる。

- 1行の文字数が10文字以上
- 横スクロールが必要ない(フレームアウトする文字数が1行につき3文字以下)
- 拡大鏡を使用しない(拡大領域近傍が画面表示から消失しない)

3 周辺情報がフレームアウトしない部分ズーム手法

2章で述べた、黙読時間が増加せず、読み心地が低下しない条件と、1章で述べた人の読書時における情報収集の特性から、老視者が表示を拡大しながら快適に黙読できる拡大手法を提案する。ところで、再流動型表示での拡大は、1行の文字数の条件を満たす。しかし、PDFファイルなど再流動型表示に対応していない文章では、レイアウトを再編する拡大は行えない。そのため、固定レイアウト型表示での拡大と、拡大鏡を使用した拡大に焦点を当て、これらの拡大を改善する。すなわち、スマートフォンのような小さな画面でレイアウトの固定された文章を拡大する際に、注視点とその近傍は拡大し、注視点より離れるほど徐々に縮小される部分される部分ズーム手法を提案する。

- (a) 老視は、近視や遠視などの屈折異常に関わらず、誰にでも起こる生理的な現象である。
 - (b) 老視は、近視や遠視などの屈折異常に関わらず、誰にでも起こる生理的な現象である。
▲
 - (c) 老視は、近視や遠視などの屈折異常に関わらず、誰にでも起こる生理的な現象である。
▲
 - (d) 老視は、近視や遠視などの屈折異常に関わらず、誰にでも起こる生理的な現象である。
▲
 - (e) 老視は、近視や遠視などの屈折異常に関わらず、誰にでも起こる生理的な現象である。
▲
 - (f) 老視は、近視や遠視などの屈折異常に関わらず、誰にでも起こる生理的な現象である。
▲
- ▲ : 注視点

図 1: 1 行の各場所における文字の部分拡大: (a) 通常表示, (b) 左端を拡大, (c) 左端から中央の間の拡大, (d) 中央を拡大, (e) 中央から右端の間の拡大, (f) 右端の拡大

具体的には、以下に述べるように、文章中のある行を部分ズームする。文字位置を x として、注視点が $x = a$ の位置にある場合の、次に読む文字の文字位置 x の拡大率 $R(x)$ を式 1 のように定義する。

$$R(x) = \begin{cases} r_{max} & (a \leq x \leq a + A_1) \\ r_{max} - \frac{r_{max} - 1.0}{A_2}(x - (a + A_1)) & (a + A_1 < x \leq a + A_1 + A_2) \end{cases} \quad (1)$$

式 1 の $A_1 + A_2$ は、注視点 a から拡大する範囲を表す。 A_1 は今の注視点から数えて、次の注視点となる可能性が高い範囲を表す。そのため、 $a \leq x \leq a + A_1$ の範囲は、最大拡大率 r_{max} で拡大する。そして $A_1 + A_2$ は、1 回の停留で人が取得する周辺情報の片側の範囲を表す。黙読時に必要な周辺情報であるため、 $a + A_1 < x \leq a + A_1 + A_2$ の範囲も拡大をするが、高解像度で情報処理されている範囲ではない。そのため、最大拡大率 r_{max} から等倍まで拡大率を徐々に下げる。文献 [1] に基づいて $A_1 = 3$, $A_1 + A_2 = 9$, 最大拡大率 $r_{max} = 2.0$ とした際の部分ズームの例を図 1 に示す。

スマートフォンでよく閲覧する Web サイトや PDF ファイルには文章だけでなく画像も配置されている。画像に対して簡易的に、文章の部分ズーム手法を横方向と縦方向に適用し (図 2), 文章と画像それぞれに対して部分ズームを行う実験システムを構築した (図 3)。

4 各拡大方法と提案手法を用いた評価実験

提案手法によって、老視者の読み心地が向上することを確かめたい。そのため、2 章で述べた 3 種類の拡大と提案手法による拡大で比較をし、今回の提案手法の

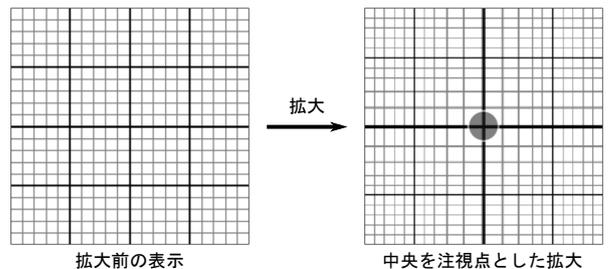


図 2: 中央を注視点とした場合の画像の拡大

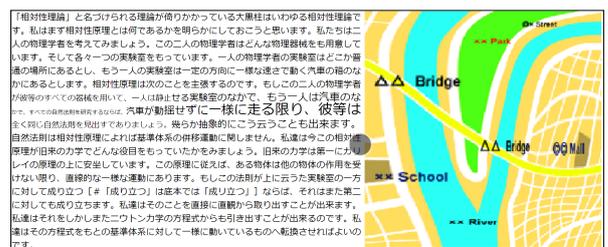


図 3: 境界付近での文章と画像の境界線上の拡大

読み心地を調査する。被験者にそれぞれの方法で拡大された文章を黙読してもらい、要した時間を計測する。加えて、それぞれの拡大方法での読み心地や、今後使用したいかどうかをアンケートで主観評価してもらおう。評価実験の結果、提案手法による拡大は、拡大後も全体を見ながら拡大した部分を詳細に見ることができ、また読みたい箇所も見つけやすいため、主観的に読みやすいと感じる人が多かった。常に表示を拡大する必要があり、フレームアウトすることで全体が見えなくなる状況に陥りがちな老視者にとって有効な提案手法であり、読み心地を改善できると考えられる。

5 むすび

本研究では、老視者が小さな画面で表示を拡大する際に生じる問題の解決方法を考えた。そして拡大する際に、通常の拡大ではフレームアウトされる周辺情報を、あえて縮小して残すような部分ズーム手法を提案した。今後の課題の一つは、拡大範囲の改善である。読み進める方向である右側の拡大文字数を増やし、左側の拡大文字数を減らせば、より老視者にとって利用しやすい部分ズームになると考えられる。

参考文献

- [1] 神部尚武, “読みの眼球運動における一つの停留中の情報の受容範囲”, 国立国語研究所報告集, Vol. 10, pp.59-80, 1989.
- [2] 福田 忠彦, “図形知覚における中心視と周辺視の機能差”, テレビジョン学会誌, Vol.32, No.6, pp. 492-498, 1978.
- [3] Graham Rawlinson, “The Significance of Letter Position in Word Recognition”, *IEEE Aerospace and Electronic Systems Magazine*, Vol. 22, No. 1, pp. 26-27, 2007.