

往復を前提とした一時的スクロール手法の提案

高田 勝也¹ 宮下 芳明¹

概要: ページ内の別の位置にある文章や図を、一時的に参照したい場合がある。このとき、多くの場合はスクロールによってページ内を往復することによって解決する。本研究ではスマートフォンにおける新しいスクロール手法として、往復を前提とした一時的スクロール手法を提案する。従来のフリックによるスクロールとは別に、画面に円を描く動作によってスクロールを行う。この場合のみ指を離すとスクロールを開始した位置へ自動でページが移動する。これにより、従来のフリックによるスクロールでは往復する必要があるようなスクロール動作を、片方向のスクロールのみで完了することができる。

Proposal of Temporary Scroll Method on the Premise of Backward Scrolling

KATSUYA TAKADA¹ HOMEI MIYASHITA¹

Abstract: It is necessary to refer to sentences and diagrams at different positions in the page when you read long document. In many cases, it is solved by going back and forth within the page by scrolling. In this paper, We propose a temporary scrolling method assuming round - trip as a new scrolling method in smartphone. Apart from flick scrolling, scrolling is performed by drawing a circle on the screen. In this paper, the page automatically moves to the position where the scroll is started at the timing when the finger is released. It is possible to complete the scroll operation requiring reciprocation by scrolling with normal flicking by scrolling in one direction.

1. はじめに

ウェブページなど縦に長いコンテンツを閲覧する手法としてスクロールがある。これにより、ユーザがページ内をスムーズに移動することができる。スクロールはデスクトップやノート PC のウェブブラウザやエクスプローラなど、多量のコンテンツを管理・閲覧する手法として使用されてきた。近年、スマートフォンの登場によって、スクロールはより注目される操作となった。小さな画面上でも快適な閲覧を行えることは、スマートフォンの操作において重要なためである。これらのことから、スクロールを快適にすることはウェブページの快適な閲覧に多く貢献する。

近年これらの操作手法において注目されているスクロール手法が二つある。まず、直線に指をスライドさせるフリックという手法がある。フリックは現在多くのスマート

フォンで使用されているスクロール手法である。フリックの特徴として、指を画面から離れたあともしばらく画面が動き続けるという点がある。これによって動く幅はスマートフォンの機種やウェブページによって異なる。また、指が画面に触れている状態で操作しているときは、指を動かした方向・幅と同じ方向・幅で画面が動くため、ページ内の情報を自然に追うことができる。次に、円を描くように指をスライドさせるリングという手法がある。リングは iPod などの一部電子機器で使用されてきた。物理デバイスを基本としていたが、画面に円形のコントローラを描画することでタッチインタフェースでも使用できるスクロール手法として注目されている。リングの特徴としては、画面に指を置いたままスクロールを無限に続けることができるという点である。フリックでは長いページを閲覧する際、スマートフォンの画面端まで指を動かした時一度指を離して再度画面に触れるといった動作を繰り返す必要がある。リングにおいては回転動作を画面内で行い続けられれば、画面

¹ 明治大学総合数理学部先端メディアサイエンス学科
Department of Frontier Media Science, Faculty of Interdisciplinary Mathematical Sciences at Meiji University



図 1 論文の一部分 (左) とその後 (右)
Fig. 1 Part of paper

端などの障害物に接触しない。よって、画面から指を離さず無限にスクロールを行うことができる。

スクロール動作はフリック、リングの他、スクロールバー自体を用いる場合や、ページの先頭、最後尾にすぐさま移動する機能などがある。これらのスクロール手法は、主に早さによって評価され、ページ内の閲覧を快適にするため用いられる。本研究ではスクロールを必要とする状況の中でも一度閲覧した場所をもう一度閲覧し、その後ページの閲覧を続けるため元の位置に戻るといった場合を想定する。例えば、図や表を含んだ論文をスマートフォンで閲覧する場面があげられる (図 1)。論文では、実験データをもとに考察や議論が行われている場合も多く、ページをまたいで資料を参照する場面が想定される。この「ページ内を読み進めている途中、一度見た情報を閲覧するため逆方向のスクロールを行ったのちもとの位置に戻る」という行動を「一時的スクロール」と定義する。本研究ではこの「一時的スクロール」に着目して新たなスクロール手法を提案する。

本研究では、ユーザが使用する新たなインタフェースとして、フリックとリングの要素を組み合わせたスクロール手法を提案する。提案手法において、ページを読み進めるためのスクロールはフリックで行う。過ぎてしまった図や文章などの情報にアクセスする場合、リングによるスクロールを用いてその位置までスクロールする。このとき、スクロールの開始位置が記録される。スクロールによって情報の閲覧が完了したのち、指を画面から離すと記録されたもとの位置へと戻る。これにより、ユーザは本来往復の双方向で行う必要がある一時的スクロールを片方向のみの動作で完了させることができる。

2. 関連研究

2.1 円形スクロールに関する研究

一般的なスクロール手法であるフリックとは別に、円を描くような動作によってスクロールを行う手法に関していくつかの研究が行われている。Smith, Moscovich らは従来のスクロールに代わるタッチインタフェース上での円形スクロールの手法を提案している [1], [2]。Smith らは手

の動きの少なさに着目し、円形スクロールによる操作手法 Radial Scroll Tool を提案した。Moscovich らは円形スクロール Virtual Scroll Ring を作成し、マウスとタッチパッドで操作した場合の性能を評価した。Tu らは小型端末において円形スクロールとフリックによるスクロールの操作時間の比較を行った [3]。これらの研究からは、スクロールを行う距離によって操作手法の有意性が変化することが示されている。

2.2 小型デバイスのスクロール手法に関する研究

携帯電話やスマートフォンなどの小型デバイスでは、情報の閲覧方法としてスクロールが採用される場合が多い。それらのスクロールに関する研究も多く行われている。椎尾はデバイス自体を移動させることによってデバイスの画面をスクロールする手法を提案した [4]。椎尾らはまた、ボタンによって操作内容を切り替えるインタフェースを開発した [5]。Baudisch らはページ内の不要なコンテンツを消去することにより、小画面のデバイスでもスムーズな情報の閲覧を行う Collapse-to-Zoom を提案した [6]。前川らは携帯電話などのモバイル端末において、Web ページ内を自動でスクロールし閲覧する手法を提案した [7]。スマートフォン上でのスクロール手法は、手の疲労の考慮する傾向や小型であるが故の動作を用いる傾向がある。また、小型ということもあり、デバイス自体を保持して行う動作を前提としている場合が多い。

2.3 PC 上でのスクロール手法に関する研究

通常のデバイスにおいても、情報の閲覧を効率化するための様々なスクロール手法が提案されている。大和らは視線を用いることでテキストウィンドウを自動でスクロールするインタフェースを提案した [8]。五十嵐らはスクロール速度によってページ全体の倍率を変化させ、文書全体の把握を支援する手法を提案した [9]。小林らはマウスカーソルの位置によって挙動を変えるスクロール手法である More Wheel を提案した [10]。土田らは画面に表示された円を動かすことにより、レバーを傾けるような動作でスクロールを行うレバースクロールを提案した [11]。Malacria らは Edge-scrolling を用いて現在のフリックに近いようなスクロール手法をタッチパッド上で作成している [12]。溝口らはページ全体の概観を画面横に表示する Overview Scrollbar を開発し、その性能と問題点の調査を行っている [13]。Hwang らは内容によって自動で速度を変化させ、ズームを行う Contextual Drag を提案した [14]。Cockburn らは全てのページをサムネイル表示することにより、ページ移動と探索の高速化を図った Space-Filling Thumbnails を提案した [15]。また、Lee らは高速なスクロール下で目に留まった文章や図から、内容を把握していくスキム・リーディングを支援するシステムを作成している [16]。これら

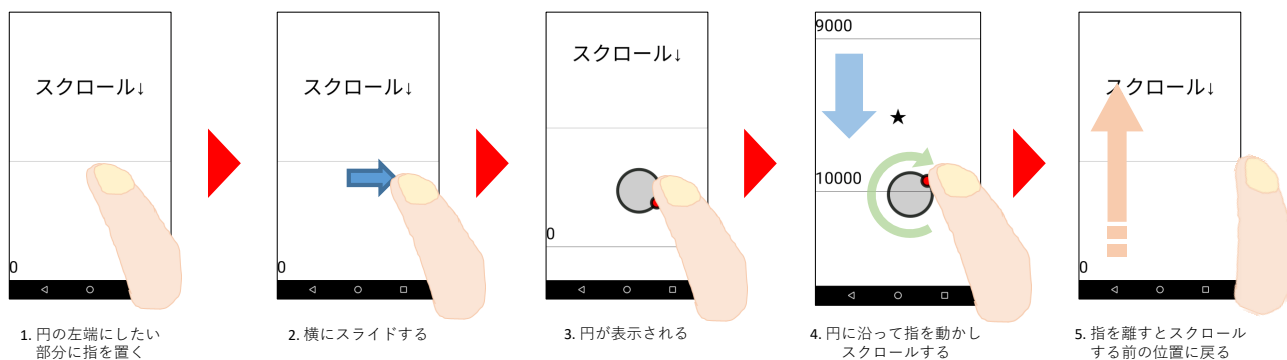


図 2 操作方法
Fig. 2 Operation procedure

の手法はスクロールそのものをサポート、あるいはスクロールに加えて新たな操作を提示している。特徴的な部分をシステムによって定め、省略ないし強調することによってスクロールを支援するものもある。しかし、これらの研究において、捉えることのできる情報はシステムによって定められた一部の図やタイトルのみである。特徴的ではないがユーザにとって気になった部分、または読み進めた後で気になった部分へ戻ることは想定されていない。本研究では一時的スクロールという概念を用いることによって、より操作者の任意の場所へスクロールできる手法を提案する。

3. 提案手法

3.1 提案手法の操作

提案手法の一連の操作を図 2 に示す。本手法を起動させ回転によるスクロールに変化させるには、横方向へのスライドを用いる。スライド後に図 3 のように円が現れ、回転によるスクロールが行えるようになる。このとき、円の位置はスライドを始めた位置によって決定する。円の大きさはあらかじめ決められており円周が画面縦幅の半分の長さを持つ円である。スマートフォンを右手で持つ場合、円はスライドによって描かれた線分を直径として描画されるため、円周をなぞることができないといった問題を防ぐことができる。また、画面外に円が表示され、スクロールしにくいといった問題も起こりえない。なお、横方向のスライドは横方向へのスクロールと同じ動作だが、多くのスマートフォン対応ページでは縦方向のスクロールで閲覧することを前提に作成されているため、横方向へのスクロールは考慮していない。

提案手法が起動するとスライドに対する挙動が変化し、回転によるスクロール以外は受けつけなくなる。回転によるスクロールを行っている際、赤い円が指の位置と半透明な円の中心との位置関係を示す。ユーザはこの赤い円が半透明な円の周囲を回転することで、自身がどの程度の速度

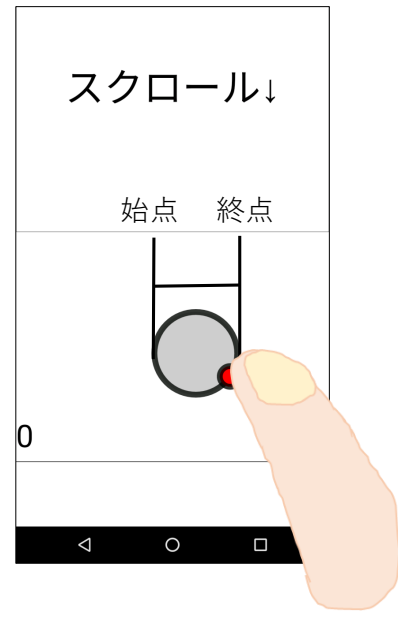


図 3 起動方法
Fig. 3 How to start

でスクロールを行っているかを視認できる。指を画面から離すことでスクロールが解除され、回転によるスクロールで移動する前の位置まで自動でページがスクロールされる。

円の中心に指を近づけてスクロールを行うと、フリックにより短いスライド距離で長い距離をスクロールできるという点がある。一方円の中心から指を遠ざけてスクロールを行うとより長いスライド幅で短い距離をスクロールできる。これにより、ユーザは任意のスクロール速度に調整してスクロールを行える。またスクロール方向は、時計回りで下方向、半時計回りで上方向とした。

3.2 一時的スクロールの動き

本手法の特徴として、提案手法を用いた場合は、指を離れたときにもとの位置へと戻るといった点がある。使用する

場面として、一時的に別の位置にある文章や図を参照したい場合を想定した。このとき、スクロールを行ったのちに即座にもといた文章の位置にもどり、そのまま文章を読み進めるといったことができる。

本手法ではページがもとの位置に戻る際、イージングのアニメーションを伴う。イージングとは、アニメーションによってオブジェクトが進む場合に、一定の速度ではなく、特徴をもった挙動で進む処理のことである。指を離れた直後は勢いよくページが巻き戻るが、次第に鈍くなり、停止する。この動作をページスクロールに用いることによって、ユーザはページが巻き戻ったことを認識できる。これにより、今ページ内のどの位置にいるか混乱することなく閲覧を続けることができる。

提案手法では「一時的スクロールの行き先」が不明瞭な場合と「一時的スクロールの戻り先」がわからなくなるといった場合を解決することができる。まず提案手法では、従来のスクロールとは異なる操作を用いることによって操作者が任意の場所へスクロールし、「一時的スクロールの行き先」を発見することができる。次に提案手法を用いることによって、「一時的スクロールの行き先」を発見した後で、自動的にもともと読んでいた場所である「一時的スクロールの戻り先」へと戻ることができる。提案手法が最も効果的に働く状況とは、この二点を解決する状況であると考えられる。

3.3 起動方法について

提案手法はフリックのスクロールと円形のスクロールを共存させるシステムとなっているため、起動するためのジェスチャが必須であり、本研究では横スライドを用いたものを採用した。起動方法は実装された方法以外の起動方法も考えられた。考えられた方法は2種類ある。

まず、同じ横スライドではあるが、スライドさせる幅が異なり、スライドを開始した点が円の中央となるものが考えられた。この場合に指を画面左端に置いてからスライドさせると、円が画面外に表示されてしまうことがある。操作においては円の中心が画面内に含まれていれば操作はできる。しかし、円の位置が指を動かすうえで操作しづらい位置に来てしまう可能性がある。これを解決するため指を最初に置いた位置を円の左端とし、指から最も遠くなる部分が必ず指の届く範囲に収まるようにした。

次に、スライドではなく指で画面上に円を描く動作にするというものが考えられた。円を描く動作を行うと、その中心に円を表示する。これにより、スクロールの動作を行う際に、違和感なく操作できる位置に円を表示させることができると考えられた。しかし、操作を軽快に行うためにはスライドのほうが適切であると考えたため、提案手法ではスライドを採用した。

4. 実験

4.1 実験環境

参加者は19歳～23歳までの男子大学生5名であった。参加者はすべて右利きであり、スマートフォンを右手で持ち右手の親指で操作を行うよう命じた。実験プログラムはProcessing-3.0.2を用いて作成した。ProcessingはJavaをベースとしたプログラミング言語である*1。実験にはAndroid端末であるNexus5Xを使用した。ディスプレイの大きさは1080×1794pixelsであった。これはProcessingによって測定されたwidthとheightの値である。

4.2 実験タスク

操作手法およびスクロール方向を実験要因とした。操作手法は従来手法と提案手法の2水準とした。スクロール方向は上方向と下方向の2水準とした。この実験におけるスクロール方向とは、スタートしてから最初にスクロールさせる方向のことである。実験は以下の手順で行った。

- (1) スタート地点をタップして開始
- (2) 指示された方向に指定された手法でスクロールする
- (3) ★が表示されている欄が完全に画面内に納まるまでスクロールする
- (4) 欄が完全に表示されると欄自体が点滅し、参加者に知らせる
- (5) スタート地点までスクロールし、改めてタップする

これを12回繰り返して1セットとした。このうち最初の4回は練習とし、結果のデータには含めなかった。1タスクにかかった時間は1でタップを行ってから5でタップを行うまでの時間とし、タスクが終了してから次のタスクを行うまでの時間は含めない。これを2手法2方向の計4セット行い、合計48回のタスクを一度の実験で行わせた。

★の表示される欄は10000pixels, 20000pixels, 30000pixels, 40000pixelsの4種類とした。この距離はページの最上部または最下部から、★が完全に表示されるまでの距離を示している。練習では10000pixelsから40000pixelsまで順番にタスクを行わせ、その後の8タスクではこれらの距離がランダムで選択される。1つの距離は本番中に偏って選択されることはなく、全て2回ずつ選択される。

4.3 実験結果

実験の結果を距離ごとに記す(図4)。各距離ごとに参加者5人の2回分のデータに対し分析を行った。

実験の分析は距離ごとに2要因参加者内分散分析で行った。距離10000pixelsにおいて、従来手法と比べ提案手法が有意に早くタスクを完了することができた($F(1, 9)=8.65$, $p<.05$)。距離20000pixelsにおいて、従来手法と比べ提案

*1 <https://processing.org/>

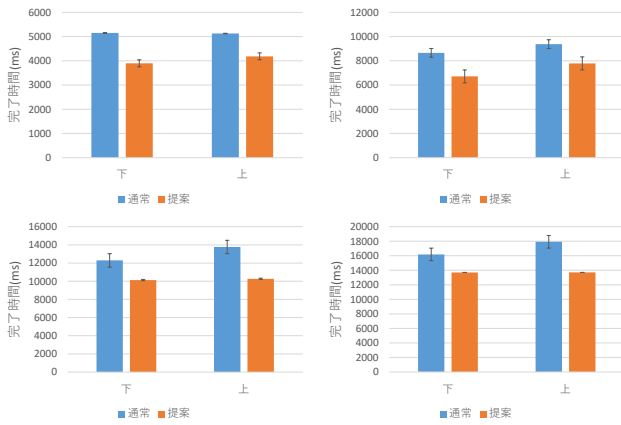


図 4 10000pixels の結果 (左上), 20000pixels の結果 (右上), 30000pixels の結果 (左下), 40000pixels の結果 (右下)

Fig. 4 Result of 10000pixels (Upper left), 20000pixels (Upper right), 30000pixels (Lower left), 40000pixels (Lower right)

手法が有意に早くタスクを完了することができた ($F(1, 9)=13.01, p<.01$). 距離 30000pixels において, 従来手法と比べ提案手法が有意に早くタスクを完了することができた ($F(1, 9)=12.94, p<.01$). 距離 40000pixels において, 従来手法と比べ提案手法が有意に早くタスクを完了することができた ($F(1, 9)=7.52, p<.05$). また, 全ての距離において上下方向によるタスクの完了時間に有意差は見られなかった. また, 全ての距離において手法要因と方向要因の交互作用に有意差は見られなかった.

4.4 追加実験

前述の実験では, 距離 10000pixels から 40000pixels までの範囲を調査したが, より短い範囲での特性を調べるため, 追加で実験を行った. 追加実験では, 距離を 2000pixels, 4000pixels, 6000pixels, 8000pixels とし, 改めて実験を行った. 参加者は 21 歳~22 歳までの男子大学生 4 名であった. 参加者はすべて右利きであり, スマートフォンを右手で持ち右手の親指で操作を行うよう命じた.

実験の結果を距離ごとに記す (図 5). 各距離ごとに参加者 4 人の 2 回分のデータに対し分析を行った. 実験の分析は距離ごとに 2 要因参加者内分散分析で行った. 距離 2000pixels において, 従来手法と提案手法の有意差は見られなかった. 距離 4000pixels において, 従来手法と比べ提案手法が有意に早くタスクを完了することができた ($F(1, 7)=18.78, p<.01$). 距離 6000pixels において, 従来手法と比べ提案手法が有意に早くタスクを完了することができた ($F(1, 7)=38.33, p<.01$). 距離 8000pixels において, 従来手法と比べ提案手法が有意に早くタスクを完了することができた ($F(1, 7)=25.43, p<.01$). また, 全ての距離において上下方向によるタスクの完了時間に有意差は見られなかった. また, すべての距離において手法要因と方向要因

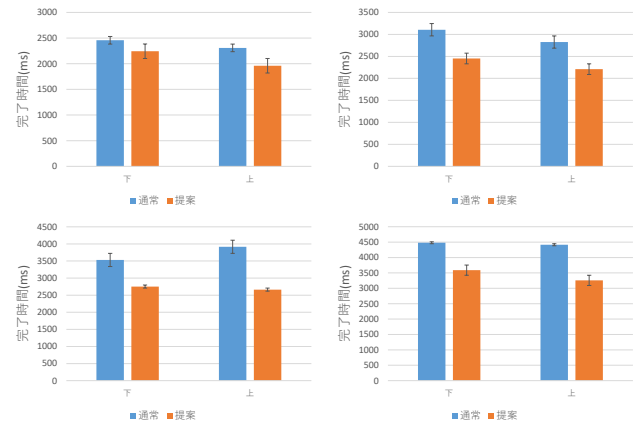


図 5 2000pixels の結果 (左上), 4000pixels の結果 (右上), 6000pixels の結果 (左下), 8000pixels の結果 (右下)

Fig. 5 Result of 2000pixels (Upper left), 4000pixels (Upper right), 6000pixels (Lower left), 8000pixels (Lower right)

の交互作用に有意差は見られなかった.

4.5 考察

図 4 および図 5 より, 4000pixels 以上の距離においては, 提案手法が従来手法より有意に早くタスクを完了できることが判明した. 4000pixels の距離とは, 今回使用した端末の画面縦幅のおよそ 2.2 倍のスクロール量であり, 4 ページ以上の論文を閲覧する場合や, より長い web ページなどの文献を閲覧する場合に有用であると考えられる. また, 4000pixels 以下の距離においても, 提案手法は従来手法と同程度の早さでスクロールを行える. これにより, 一時的スクロールを行う場合においては, 提案手法が従来手法と比べ優れた性能を持つと考えられる.

5. 議論

5.1 推奨される状況

提案手法が従来手法よりも有意に早くタスクを終えることができた原因として, 自動スクロールによる短縮が考えられる. これにより, 一時的スクロールを行う距離が長いほど, 提案手法は従来の手法より早く一時的スクロールを完了できると考えられる. これはスクロール距離が短いほど従来のスクロールと差がなくなるということでもある. スクロール距離が極端に短い場合, 自動スクロールによる短縮が効果的でなくなるため, 従来手法と提案手法には有意な差が見られなかったと考えられる. 本手法は従来のスクロールを行う場合と合わせて使用する. よって指を少しスライドさせページを閲覧する方法と提案手法とを共存させ, 一時的スクロールを行う距離によって手法を使い分けことが推奨される.

5.2 起動動作について

提案手法が従来のスクロールと異なる点として, スク

ロールを行う動作とスクロールを起動する必要があるかどうかの二つがあげられる。結果より、4000pixels 以上においては、提案手法のほうが早くスクロールを完了できることが明らかになった。従来のスクロールと比べて提案手法は回転によるスクロールの起動動作を行う必要があるが、その起動動作にかかる時間を含めても提案手法のほうが早くタスクを完了できていた。これより起動動作にも問題がないと考えられる。

6. おわりに

本研究では一時的に情報を閲覧したい場合に使用する、往復を前提とした一時的スクロール手法を提案した。通常のページ閲覧はフリックのスクロールを用い、一時的に閲覧したい情報に移動する場合にはリングのスクロールを行う。リングのスクロールを行った場合には、指を画面から離すとスクロールを行う前のページ位置に戻る。これにより、ユーザは片方向のスクロールのみで一時的な情報の閲覧が可能となる。

参考文献

- [1] G.M.Smith, m.c.schraefel. The Radial Scroll Tool: Scrolling Support for Stylus- or Touch-Based Document Navigation. UIST '04, pp.53-56, 2004.
- [2] Tomer Moscovich, John F. Hughes. Navigating Documents with the Virtual Scroll Ring. UIST '04, pp.57-60, 2004.
- [3] Huawei Tu, Feng Wang, Feng Tian, Xiangshi Ren. A Comparison of Flick and Ring Document Scrolling in Touch-based Mobile Phones. APCHI '12, pp.29-34, 2012.
- [4] 椎尾 一郎. Scroll Display: 超小型情報機器のための指示装置. 情報処理学会論文誌, val.39, No.5, pp.1448-1454, 1998.
- [5] 椎尾 一郎, 辻田 眸. 文鎮メタファを利用した小型情報機器向けインタフェース. 情報処理学会論文誌, Vol.48, No.3, pp.1221-1228, 2007.
- [6] Patrick Baudisch, Xing Xie, Chong Wang, Wei-Ying Ma. Collapse-to-Zoom: Viewing Web Pages on Small Screen Devices by Interactively Removing Irrelevant Content. UIST '04, pp.91-94, 2004.
- [7] 前川 卓也, 原 隆浩, 西尾 章治郎. モバイル端末のための Web ページ自動スクロール方式. 日本データベース学会 Letters, Vol.4, No.2, pp.29-32, 2005.
- [8] 大和 正武, 門田 暁人, 高田 義弘, 松本 健一, 鳥居 宏次. 視線によるテキストウィンドウの自動スクロール. 情報処理学会論文誌, Vol.40, No.2, pp.613-622, 1999.
- [9] Takeo Igarashi, Ken Hinckley. Speed-dependent Automatic Zooming for Browsing Large Documents. UIST '00, pp.139-148, 2000.
- [10] Masatomo Kobayashi, Takeo Igarashi. MoreWheel: Multimode Scroll-Wheeling Depending on the Cursor Location. UIST '06, pp.57-58, 2006.
- [11] 土田 知章, 任向実. 手の動きの最小化を図った“レバースクロール”の提案. 情報処理学会研究報告ヒューマンコンピュータインタラクション (HCI) 2005(114(2005-HI-116)), pp.49-56, 2005.
- [12] Sylvain Malacria, Jonathan Aceituno, Philip Quinn, Géry Casiez, Andy Cockburn, Nicolas Roussel. Push-Edge and Slide-Edge: Scrolling by Pushing Against the Viewport Edge. CHI '15, pp.2773-2776, 2015.
- [13] Ko Mizoguchi, Daisuke Sakamoto, Takeo Igarashi. Overview Scrollbar: A Scrollbar Showing an Entire Document as an Overview. INTERACT 2013, pp.603-610, 2013.
- [14] Sungjae Hwang, Junghyun Gim, Junwoo Yoo, Andrea Bianchi. Contextual Drag: Context-based Dynamic Friction for Dragging Interaction. CHI EA '15, pp.167-167, 2015.
- [15] Andy Cockburn, Carl Gutwin, Jason Alexander. Faster Document Navigation with Space-Filling Thumbnails. CHI '06, pp.1-10, 2006.
- [16] Byungjoo Lee, Olli Savisaari, Antti Oulasvirta. Spotlights: Attention-Optimised Highlights for Skim Reading. CHI '16, pp.5203-5214, 2016.