

原著論文

携帯端末の動きによるズームとスクロールの並行実行を用いた Web ページ閲覧手法

村田 和義, 永友 圭一郎, 渋谷 雄
京都工芸繊維大学

A Simultaneous Zooming and Scrolling Method for Web Browsing on Mobile Information Terminal

Kazuyoshi MURATA, Keiichiro NAGATOMO, Yu SHIBUYA
Kyoto Institute of Technology

Abstract: When users browse a Web page on a small screen of their mobile information terminal, they often zoom in/out and scroll the web page. There are several zooming methods for mobile information terminal such as button pressing, double-tapping, and pinching. For scrolling, sliding or flicking is used. However, these methods are not so efficient for browsing because it is needed to do them sequentially to display the contents they want. In this paper, a simultaneous zooming and scrolling method for Web browsing on mobile information terminal is proposed. In this method, zooming rate and scrolling increment are simultaneously decided from the amount of movement of the mobile information terminal held by user. A result of an experiment showed that the number of operation of our proposed method was less than that of other existing methods in browsing a Web page.

Keywords: Mobile information terminal, Web browsing, Zooming, Scrolling

キーワード: 携帯端末, Web ブラウジング, ズーム, スクロール

1. はじめに

携帯電話やPDAのような携帯端末を用いてWebページの閲覧を行う場面が増加している。特に近年ではフルブラウザを搭載した携帯端末が増加しており、PC向けに作成されたWebページを閲覧することが可能となっている。しかしこのようなWebページはPC用の大きなサイズのディスプレイで閲覧することを前提として作られている。そのため携帯電話の小さなディスプレイでこのようなWebページを閲覧しようとする場合、ページ全体を表示しようとする文字や画像の大きさは読むことができない程度に小さくなってしまふ。あるいは利用者が読むことのできる程度のズーム率で表示した場合には、Webページの一部分しか表示させることができず、ページ全体を閲覧するためにページのスクロール操作が必要である。そのため、利用者はズームやスクロールを頻繁に切り替えて操作する必要がある。

既存の携帯端末でスクロールやズームを行う場合、携帯端末に付属しているボタンやジョイパッドによる操作の他に、タッ

プやスライド、フリック、ピンチングなどのタッチパネルを搭載した携帯端末特有の操作が挙げられる。しかしこれらの操作ではズームとスクロールを同時に実行することができない。そのため、ズームやスクロールを繰り返すようなWebページ閲覧の場合には、操作回数が増加し、操作に時間がかかってしまうことになる。さらに操作が煩雑なものになってしまうため、携帯端末の操作に不慣れな利用者にとってはWebページの閲覧自体が困難になる可能性がある。

このような問題を解消する手法として、携帯端末向けにWebページのレイアウトを再構成する手法[1-3]や、利用者の選択した部分のみを抽出する手法[4-5]が提案されている。また既存の携帯端末向けブラウザでは縦スクロール操作のみで閲覧できるようにWebページの構成を携帯端末向けに再構成することが可能になっているものもある。しかし、これらを用いた場合、作成者の想定していない状態でWebページが表示されることとなり、作成者の意図が正確に伝わらない可能性がある。また利用者がそのWebページを過去にPCを利用して閲覧した経験がある場合、Webページの再構成は利用者の経験に基づく閲覧を困難なものにすると考えられる。よって、Webページのレイアウトや表示を再構成するのではなく、閲覧操作自体を効率化する必要がある。

また携帯端末の利用状況として、片手に荷物を持っている

2010年8月3日受理, 2010年3月11日シンポジウム「モバイル'10」にて発表

場合や電車で吊革を握っている場合など、端末を片手でしか扱えないような状況が頻繁に生じる。そのため携帯端末の操作手法としては片手で自由に操作を行えることが重要であると考えられる。

そこで本論文では、ズームとスクロールの並行実行を可能にすることにより、Web ページの閲覧を効率的に行う手法を提案する。具体的には、利用者が把持する携帯端末の動きを元に画面内のズーム率およびスクロール量を同時に決定する。これにより、利用者は Web ページのレイアウトを崩すことなく、Web ページ内の見たい箇所とズーム率を同時に指定することが可能になり、Web ページ閲覧時の操作回数および操作時間の低減が期待できる。また、携帯端末の動きを利用するため端末を両手で把持する必要がなく、容易に片手による操作を行うことが可能である。この手法を携帯端末上に実装し、Web ページ内の交互閲覧操作について、既存手法との比較評価を行う。

2. 関連研究

Esmlbolchilar らは携帯端末の傾きを用いてズームとスクロールを同時に実行する手法[6]を提案している。しかしこの手法では、スクロールのスピードに合わせてズーム率が自動的に決定されるため、利用者が任意のズーム率を指定することができない。また大西らは携帯端末の傾きを利用して Web ページを1画面分ずつスクロールさせる手法[7]を提案している。しかしこの手法は画面単位でのスクロールであるため、利用者が Web ページ内の任意の位置を任意の拡大率で表示することが困難な場合があると考えられる。

本提案手法と同様に、携帯端末の画面サイズを超える大きさのコンテンツを携帯端末の動きを用いて閲覧する手法がいくつか提案されている[8-9]。しかしこれらは地図や写真のようなコンテンツを対象としており、本論文で対象とするような Web ページの閲覧操作への適用について評価をしているものではない。また、Web ページを自動的にスクロールさせ利用者に提示する手法[10]も検討されているが、この場合は利用者の操作が制限される可能性がある。

3. 提案手法

写真を撮影するためにカメラのファインダーから被写体を覗いている撮影者が、被写体をもっと大きく写したいと考えたとする。その場合、撮影者は被写体にカメラを近づけることにより写真に写る被写体の大きさを調整する。同様に、被写体の写る位置を調整したい場合には撮影者がカメラを左右もしくは上下方向に移動させることにより、被写体の写る位置を調整する。本論文で提案する手法では、携帯端末の画面をカメラのファインダーに、また Web ページを被写体に見立て、携帯

端末を上下左右方向、また奥もしくは手前方向に移動させることにより、画面に表示される Web ページの位置の調整すなわちズームとスクロールを行う。

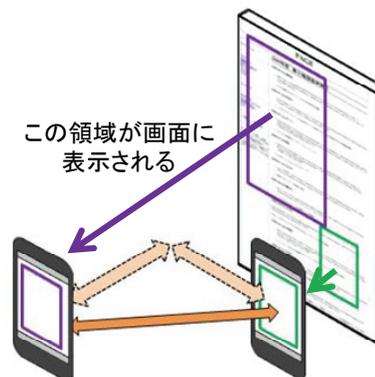
3.1 ズームとスクロールの並行実行による Web ページの閲覧

図 1 に提案手法の概念図を示す。携帯端末を画面と平行方向へ移動をさせることにより、Web ページのスクロールを行う。また携帯端末を画面と垂直かつ利用者からみて奥方向へ移動させることにより、画面に表示されている Web ページの中央部分がズームイン(拡大表示)される。反対に、携帯端末を画面と垂直かつ利用者からみて手前方向に移動させることにより、画面に表示されている Web ページの中央部分を中心にズームアウト(縮小表示)される。ただし、携帯端末の動きを常に操作の入力として割り当ててしまうと利用者の予期しない動作を引き起こす原因となる。そのため、本提案手法では、携帯端末の画面に指が触れている間のみ入力となるようにする。

上記のように、本提案手法では Web ページのズームとスクロールの操作がともに携帯端末の移動操作にマッピングされている。そのため両者を同時に並行して実行することが可能である。例えば利用者からみて右奥方向へ携帯端末を移動させることにより、画面上の Web ページを右にスクロールさせながら Web ページの拡大を行うことが可能である。これにより、ズームやスクロールの繰り返しを防ぎ、利用者が直感的かつ効率的に Web ページの意図した箇所を意図した倍率で表示することが可能となる。さらに、スタイラスなどを利用する必要がないため、片手のみによる操作が可能である。

3.2 試作システム

本提案手法を実現する際には、携帯端末の移動方向と移動量を検出する装置が必須である。また片手での操作を前提とするため、携帯端末の大きさと重さを片手で把持できる範囲内に収める必要がある。これらの点を踏まえ、本提案手法を実装した試作システムの概要を図 2 に示す。本システムは携帯端末とホスト計算機から構成されており、携帯端末には片手で把持可能な端末として SONY 社の VAIO U を、またホスト計



端末の動きによりズームとスクロールの並行実行を行う

図 1 提案手法の概念図

算機には一般的なデスクトップ PC (CPU:Core2Duo3.00GHz, メモリ:2GB)を用いた。携帯端末の移動方向および移動量の取得については、既存の携帯端末にも実装されている加速度センサや角速度センサを用いることも検討したが、実験に耐える精度を得ることができなかった。そこで試作システムでは携帯端末の移動方向および移動量を携帯端末に取り付けた磁気方式の三次元位置センサ(Ascension Technology 社 Flock of Birds[11], 移動精度:1.8mmRMS, 角度精度:0.5° RMS)を用いて取得することとした。センサの測定値は全てホスト計算機に送信され、その後の処理は全てホスト計算機上で行われる。またその結果をもとに表示する Web ページ内の領域を決定し、ホスト PC 上で起動した専用ブラウザに表示する。さらにこの結果を、Windows XP のリモートデスクトップ機能を用いて携帯端末の画面に表示する。携帯端末とホスト PC の間の通信は全て無線通信により行う。

今回の試作システムでは携帯端末の動きを取得するために三次元位置センサを利用している。しかし、携帯端末の動きを携帯端末に搭載されているカメラにより取得する手法[8,12]などが提案されており、これらの手法や携帯端末に搭載されている加速度センサの精度の向上により、将来的には特別な装置を接続することなく携帯端末への入力に端末の動きを利用することが十分期待できると考えられる。また試作システムでは携帯端末と処理用のホスト PC とを分離しているが、将来的な携帯端末自体の性能向上によりこれらを分離することなく 1 台の携帯端末上で処理を行うことが可能であると考えられる。

4. 評価実験

4.1 実験の目的

携帯端末の小さな画面を用いて PC 向けの大きなサイズの Web ページを閲覧する場合、ズームやスクロールを繰り返しながら Web ページ内を探索する必要がある。特に Web ページ内の複数箇所を交互に閲覧する場合、目的の箇所間を行き来する必要があるため、特定の箇所を閲覧するのに比べて、ズームやスクロールを繰り返し行う必要がある。本実験で

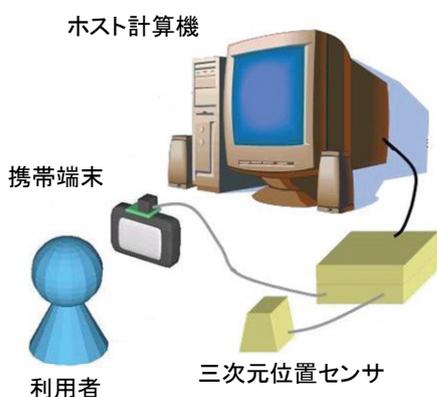


図2 試作システムの概要

はこのような交互閲覧を行う場合に注目し、提案手法と既存手法と比較することにより提案手法の有効性を検討する。

4.2 比較手法

提案手法と比較する既存手法としてはタッチパネルを搭載した携帯端末を想定し、スクロールをスライド操作で行いズームを GUI のボタンとスライダの操作により行う手法(以降、GUI 手法と呼ぶ)と、スクロールをスライド操作で行いズームをダブルタップとピンチング操作で行う手法(以降、D&P 手法と呼ぶ)を用いた。本実験では、既存手法の実装を以下のように行った。

GUI 手法は、3.1 節で述べた試作システムと同様に、ホスト計算機上で処理を行いその結果をリモートデスクトップ機能により携帯端末上に表示するシステムを実装した。ホスト計算機および携帯端末は試作システムと同様のものを用いた。GUI 手法では図3に示すように、タッチパネル上の拡大ボタン、縮小ボタン、およびスライダの操作によりズームを行う。拡大ボタンおよび縮小ボタンでの操作では、拡大率を最大倍率から最少倍率の間で4段階に調整できる。スライダについては、スライダの左端が最少倍率、右端が最大倍率を表しており、その範囲内での1%単位での拡大率調整が可能である。スクロールについては利用者の指先によるタッチパネル上でのスライド操作により行う。

D&P 手法は Apple 社の iPod Touch 上で動作するシステムとして実装した。ズームは iPod Touch で標準的に利用できるダブルタップもしくはピンチング操作を用いて行い、スクロールはタッチパネル上でのスライド操作により行う。ただし、フリック操作は利用禁止とした。

なお、提案手法を実装したシステムとしては、3.1 節で述べた試作システムを用いた。

4.3 被験者

本実験の被験者は、普段から携帯電話や PDA、スマートフォンなどの携帯端末および PC を使用している大学生、大学

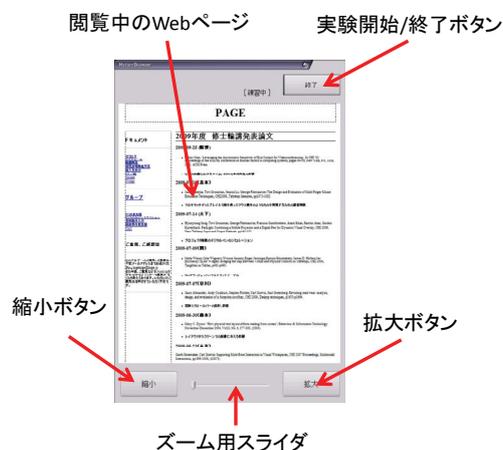


図3 GUI手法の画面

院生 6 名 (全て男性) であった。また、片手でモバイル機器を扱う際にどちらの手で持って操作を行うか尋ねたところ、1 名が左手と回答し残りの 5 名は右手と回答した。

4.4 実験方法

本実験で被験者の行う実験タスクを「Web ページ内に配置された 2 つの表を比較し、異なる部分を答える」と設定した。実験に用いた表は 2×2 の表であり、図 4 に示すように各セル内に 8 種類ある図形からランダムに選んだ図形が 4 個ずつ配置されている。被験者には Web ページ内に配置された二つの表を比較し異なる図形を含むセルを発話で解答させた。本実験は以下の手順で行った。

- ① 被験者が実験用携帯端末を片手に把持する。この時、携帯端末には実験用の Web ブラウザが起動しており、そこには実験用の Web ページが表示されている。
- ② 被験者が携帯端末の Web ブラウザ上に表示された「開始」ボタンを押す。
- ③ 実験者が被験者にタスクを実行するよう指示する。
- ④ 被験者が交互閲覧を開始し、解答を確認した時点で Web ブラウザに表示されている「終了」ボタンを押す。
- ⑤ 被験者が「終了」ボタンを押下後できるだけ早く解答を発話する。この発話は解答した内容が正しいかどうかの判定に利用する。
- ⑥ 被験者がアンケートに回答する。

実験中、被験者には携帯端末の操作を片手で行わせた。これは最初に述べたとおり、携帯端末では片手で操作できることが重要であると考えられるからである。ただし比較手法である D&P 手法のピンチング操作に関しては片手での操作が困難な場合があるため、両手での操作を許可した。

実験用の Web ブラウザの表示領域のサイズは幅 320×高さ 380[pixel]であり、実験用 Web ページは等倍で表示した場合に幅 960[pixel] (スクリーンの幅の 3 倍)、高さ 1140[pixel] (スクリーンの高さの 3 倍) となるようにした。また Web ブラウザの表示倍率の初期値は 0.33 (Web ページ幅とブラウザの幅が一致する倍率) とした。さらに実験に用いた Web ページは全て被験者にとって未知のページとした。

中に配置された図形が異なるセルを見つける
(この場合は D のセルの右上の図形が異なっている)

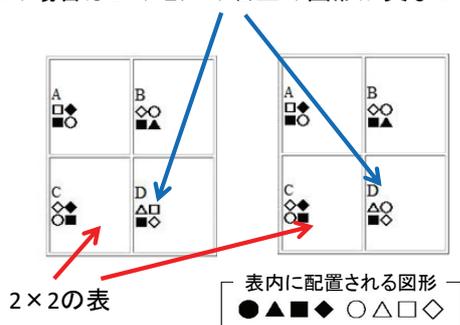


図 4 実験タスクで使用した Web ページ内の表

本実験において被験者が探索する対象となる表は、サイズ小 (幅 160×高さ 190[pixel]) とサイズ大 (幅 320×高さ 380[pixel]) の 2 種類を用意し、サイズ小とサイズ小、およびサイズ小とサイズ大の 2 パターンの組み合わせを用いた。また表を配置する位置は上下および左右の 2 パターンとした。それぞれの表の間の距離は隣接しているもの (0[pixel]) および離れているもの (上下の場合 320[pixel], 左右の場合 380[pixel]) とした。

最終的に、手法 (3 パターン)、表の配置位置 (2 パターン)、表間の距離 (2 パターン)、表のサイズ (2 パターン) を組み合わせた合計 24 パターンについて被験者に交互閲覧を行わせた。

4.5 評価項目

提案手法は Web ページ閲覧時の操作回数および操作時間の低減を目指したものである。そのため、本実験では客観的な評価指標としてタスク遂行に要したズーム操作数とスクロール操作数、およびタスク達成時間について測定した。ズーム操作数およびスクロール操作数は以下のように測定した。

- 提案手法:
ズームおよびスクロールのために端末を移動させた回数をそれぞれの操作数とした。ただし、操作のための端末移動と手ブレによる端末の動きを区別するために、端末の移動が 0.5 秒以上継続されない場合は操作数に含めなかった。
- GUI 手法:
ズームのために拡大ボタンもしくは縮小ボタンを押した回数およびスライダを操作した回数をズーム操作数、スクロールのためにタッチパネル上で指をスライドさせた回数をスクロール操作数とした。
- D&P 手法:
ズームのためにダブルタップもしくはピンチングを行った回数をズーム操作数、スクロールのためにタッチパネル上で指をスライドさせた回数をスクロール操作数とした。

また手法に対する主観的な評価指標として、被験者に以下のアンケートに回答させた。

1. この手法での複数の内容間での行き来は容易でしたか。(1. 難しい～5. 容易)
2. この手法でのスクロール操作は容易でしたか。(1. 難しい～5. 容易)
3. この手法でのズーム操作は容易でしたか。(1. 難しい～5. 容易)
4. この手法は覚えやすかったですか。(1. 覚えにくい～5. 覚えやすい)
5. この手法によって疲れましたか。(1. 疲れた～5. 疲れなかった)

5. 実験結果

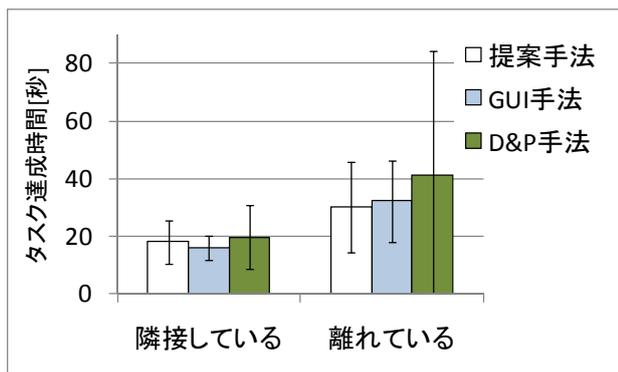


図5 タスク達成時間

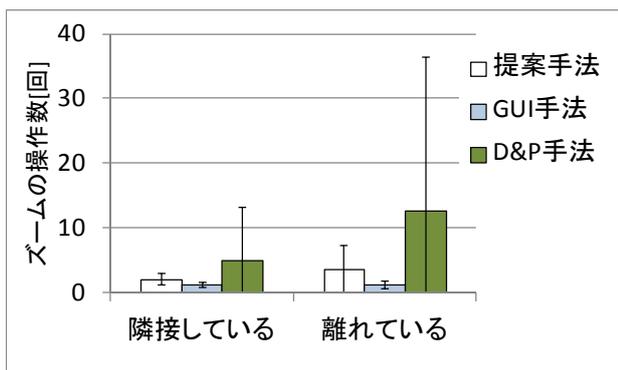


図6 ズーム操作数

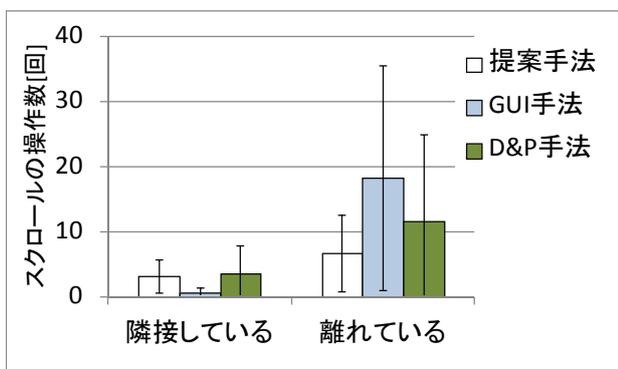


図7 スクロール操作数

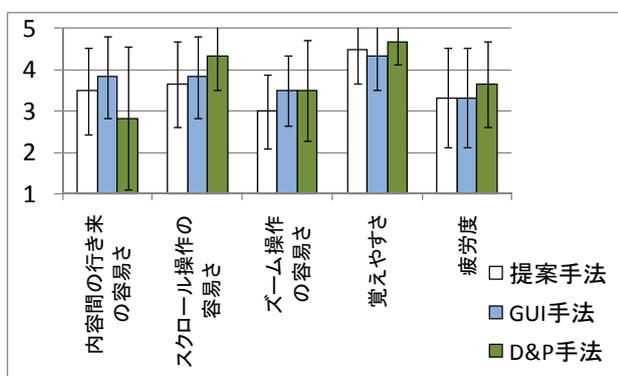


図8 アンケート結果

本実験では合計144タスク(各手法48タスクずつ)が実行されたが、それらのうちシステムエラー等により正しく計測できなかったタスク(提案手法8タスク, GUI手法2タスク, D&P手法7タスク)を除く127タスクを用いて分析を行った。以下ではその結果を、交互閲覧対象の表が隣接しているものと離れているものに分類し、表の距離(隣接しているか離れているか)および手法を要因とした二要因分散分析を行った。その際、主効果が有意であった要因についてはBonferroni法による多重比較を行った。

最初にタスク達成時間のグラフを図5に示す。二要因分散分析の結果、表間の距離の主効果が有意であった($F(1,18)=16.819, p<.01$)。しかし手法の主効果はみられなかった。

次にズーム操作数についてのグラフを図6に示す。グラフより、表の距離が離れている場合には隣接している場合と比べて、提案手法とD&P手法は2倍程度の操作数になっているのに対し、GUI手法についてはほとんど変化がなくどちらも1回程度であったことがわかる。また手法の主効果が有意であり($F(2,36)=5.432, p<.01$)、多重比較の結果、提案手法とGUI手法の間に有意な差がみられた($p<.01$)。さらに、GUI手法とD&P手法の間に有意傾向($p=.058$)がみられた。

またスクロール操作数のグラフを図7に示す。二要因分散分析の結果、表の距離の主効果が有意であった($F(1,18)=20.386, p<.01$)。このことから、距離が離れている場合には隣接している場合と比べてスクロール操作数が増えることがわかる。またGUI手法に関しては距離が隣接している場合にはほとんどスクロールの操作が行われなかったのに対し、距離が離れている場合には他の手法よりも多く操作が行われていたことがわかる。これについては手法の主効果が有意であり($F(2,36)=3.277, p<.05$)、多重比較の結果、提案手法とGUI手法の間に有意な差がみられた($p<.05$)。

最後にアンケートの結果について図8に示す。いずれのアンケート項目に関しても手法の主効果は見られなかった。

6. 考察

実験結果より、GUI手法ではズーム操作がほとんど行われず、表間の距離が離れている場合であってもスクロール操作に頼った操作が行われていた。これはGUI手法のボタンによる操作では、ズーム率の変化を4段階にしか調節できないため閲覧対象を丁度良いズーム率で閲覧することができず、またスライダによる操作ではズーム率を1%単位で調節できるものの、指先による操作では細かな操作が困難であったため、ズ

ーム操作が利用されなかったのではないかと考えられる。実際に被験者からは「ズームは拡大ボタンで希望する倍率に直接変更できた場合はかなり容易だが、そうでない場合はそうではない」という意見が得られた。

一方、提案手法と D&P 手法については、どちらもズーム操作とスクロール操作の両方を利用していることがわかる。また、有意な差ではないものの、提案手法の方が D&P 手法よりも操作回数が少ないという結果になった。これは、D&P 手法のズームやスクロールの操作方法は、タッチパネル上で操作を行うために一度の操作で変化できる量に制限があるため、特に表間の距離が大きい場合には、提案手法と比較して多くの操作を行う必要があったためであると考えられる。

タスク達成時間については提案手法は他の手法と同程度の結果であった。提案手法では腕全体を利用して端末の移動を行う必要があるため、操作を繰り返す場合には腕の位置を毎回元に戻す必要がある。それに対して D&P 手法や GUI 手法では指先のみを用いた操作であり、繰り返し操作を行う場合に提案手法よりも素早く行うことが可能であったため、提案手法が他の手法と同程度の結果になったと考えられる。

また提案手法において実際に並行実行が行われていたかについて検討するために、提案手法により行われた全 40 タスクについて以下の 3 種類に分類した。

- ・ 大部分が並行実行されていたタスク：
スクロールの総量およびズーム率の総変化量の半分以上が並行実行されていたタスク
- ・ 並行実行が実行されなかったタスク：
スクロールおよびズーム操作のすべてが単独で行われていたタスク
- ・ 一部で並行実行が実行されていたタスク：
上記以外のタスク

その結果を表 1 に示す。この表から、40 タスク中 24 タスクと全体の 60%で並行実行が実行されていたことがわかる。しかし並行実行が操作の大部分で利用されていたのは 5 タスクと全体の約 13%であった。このことから、今回の実験では、提案手法を用いた場合でもズームとスクロールの並行実行が十分に行われていなかったといえる。

そこで被験者に対し、並行実行の利用についてインタビューを行った。その結果、並行実行を活用できなかった原因として以下の 2 点が挙げられた。一つ目の原因は、探索対象が画

面外にあると並行実行が困難であるという点である。画面外の探索対象に向けてスクロールとズームを並行実行する場合、端末の移動に伴って画面上での表示倍率に変化する。そのため被験者が Web ページ内での現在地を見失ってしまうことがよくあり、結果として最初は並行移動を行っていたものの、途中から並行実行をやめてしまうことになっていた。もう一つの原因としては、端末の移動方向とズームおよびスクロール方向のマッピングの問題が挙げられる。今回の実験システムでは、端末の画面に対して平行に移動させるとその方向にスクロールし、画面に対して垂直かつ手前方向に移動させるとズームアウト、奥方向に移動させるとズームインするようにマッピングしていた。これは第 3 章で述べたように、Web ページを被写体に、そして携帯端末をカメラのファインダーに見立て、カメラを動かすような動作をイメージしたものであった。しかし、被験者の半数はこれとは逆、すなわちカメラを固定して被写体を動かす動作をイメージしていた。そのため、これらの被験者は並行実行を正しく行うことができず、ズームとスクロールを単独で実行する結果となったと考えられる。

ただし、一つ目の問題点については、並行実行中は現在位置を表示するなど補助的な機能を取り入れることにより解消できる可能性がある。また二つ目の問題点についても、端末移動の方向とスクロールおよびズームの方向を利用者ごとに設定できるようにするなどカスタマイズ機能を追加することにより解消できる可能性がある。これらの検証については今後の課題である。

またアンケートの結果より操作の容易さについては他の手法と差がなかったことから、端末動作を入力に使う手法は利用者にとって従来の手法と同様に容易なものであったといえる。さらに提案手法に利用した端末は D&P 手法に利用したもの比べて大きく重い端末であり、また提案手法は腕全体を動かす必要があるため他の手法よりも疲れてしまうことを懸念していたが、アンケート結果から被験者の疲労度は他の手法と同程度であったことが分かる。実際に被験者からは「iPhone 並みに軽ければ提案手法も使いやすい」や「iPhone の大きさと提案手法ができれば、もっと使いやすい気がする」との意見を得た。提案手法を今回の実験で用いたような実験用端末ではなく、比較手法と同様の小型で軽量の携帯端末に実装することにより、提案手法の疲労度はさらに小さくなる可能性があると考えられる。

7. おわりに

本論文では、携帯端末による Web ページ閲覧時において、利用者が把持する携帯端末の動きを入力に利用することにより、Web ページの閲覧を効率的に行う手法を提案した。従来手法である GUI 手法と D&P 手法との比較実験を行った結果、

表 1 並行実行されたタスク数

	大部分	一部	実行されず
隣接している	3タスク	10タスク	7タスク
離れている	2タスク	9タスク	9タスク
合計	5タスク	19タスク	16タスク

タスク達成時間や主観評価の結果は従来手法と変わらないものの、従来手法よりも少ない操作数で操作を行えることが示唆された。ただし、並行実行が十分に行われていない可能性が示された。今後は並行実行時の現在位置把握をより容易にすることや端末移動の方向とズームおよびスクロール方向のマッピングの見直しを行う必要があると考えられる。

謝辞 本研究の一部は、平成21～23年度科学研究費補助金(基盤研究(C) 21500121)の補助を受けている。ここに記して感謝の意を表す。

参考文献

- [1] Buyukkokten, O., Garcia-Molina, H., Paepcke, A. and Winograd, T.: Power Browser: Efficient Web Browsing for PDAs, Proc. of CHI'00, pp. 430-437 (2000).
- [2] de Bruijn, O., Spence, R. and Chong, M. Y.: RSVP Browser: Web Browsing on Small Screen Devices, Personal and Ubiquitous Computing, Vol.6 Issue 4, pp.245-252 (2002).
- [3] Roto, V., Popescu, A., Koivisto, A. and Vartiainen, E.: Minimap: a web page visualization method for mobile phones, Proc. of CHI'06, pp.35-44 (2006).
- [4] Baudisch, P., Xie, X., Wang, C. and Ma, W.: Collapse-to-Zoom: Viewing Web Pages on Small Screen Devices by Interactively Removing Irrelevant Content, Proc. of UIST'07, pp.91-94 (2007).
- [5] Wobbrock, J. O., Forlizzi, J., Hudson, S. E. and Myers, B. A.: WebThumb: Interaction Techniques for Small-Screen Browsers, Proc. of UIST'02, pp.205-208 (2002).
- [6] Eslambolchilar, P. and Murray-Smith, R.: Tilt-based automatic zooming and scaling in mobile devices – A state-space implementation, Proceedings of the 6th International Symposium on Mobile Human-Computer Interaction (MobileHCI2004), pp.120-131, (2004).
- [7] 大西, 荒瀬, 原, 上向, 西尾: 携帯電話ユーザのための加速度センサを用いた Web 閲覧システム, 電子情報通信学会データ工学ワークショップ論文集 (DEWS2007), B9-1, (2007).
- [8] Mooser, J., You, S. and Neumann, U.: Large document, small screen: a camera driven scroll and zoom control for mobile devices, Proceedings of the 2008 symposium on Interactive 3D graphics and games(I3D'08), pp.27-34 (2008).
- [9] 臼田: 「人間の能動的な運動と知覚特性」を利用したインタフェースー「知能センサーシステム TM」ー, 3D 映像, Vol.20 No.3, pp.41-46 (2006).
- [10] 荒瀬, 原, 上向, 西尾: 携帯電話上でのドライブメタファーを用いた Web ページ提示, 日本データベース学会論文誌, Vol.7, No.1, pp.103-108 (2008).
- [11] Ascension Technology 社: Flock of Birds;

<http://www.ascension-tech.com/realtime/RTflockofBIRDS.php> (2010/09/28).

- [12] Kato, H., Yoneyama, A. and Takishima, Y.: An Intuitive Interface based on Camera Parameters for Portable Devices, ACM SIGGRAPH 2006 Research posters, Article No.142 (2006).

著者紹介

村田 和義 (正会員)



2005 京都工芸繊維大学大学院博士後期課程修了。博士(工学)。東京農工大学産学官連携研究員, 特任助手, 特任助教を経て, 2007 京都工芸繊維大学情報科学センター助教。遠隔地間でのコミュニケーション支援などに関する研究に従事。モ

バイル学会, 電子情報通信学会, 情報処理学会, ヒューマンインタフェース学会, ACM 各会員。

永友 圭一朗 (非会員)



2010 京都工芸繊維大学大学院工芸科学研究科情報工学専攻修了。現在, 株式会社日立製作所勤務。在学中はモバイルインタラクションに関する研究に従事。

渋谷 雄 (正会員)



1985 阪大・工・通信工学卒。1990 同大学大学院博士課程了。工博。同年京都工芸繊維大学工芸学部助手。同講師, 同助教授を経て, 2007 同大学情報科学センター教授。1997～1998ドイツ, カッセル大学客員研究員。ヒューマンインタフェース, メディアコミュニケーション, モバイルインタラクションに関する研究に従事。モバイル学会, 電子情報通信学会, ヒューマンインタフェース学会, システム制御情報学会, 日本人間工学会, 情報処理学会, ACM 各会員。