

Web ブラウザ操作ログと視線情報の分析に基づくユーザ注目箇所推定

杉田 賢治[†] 福原 知宏^{††} 増田 英孝[†] 山田 剛一[†] 鉄谷 信二[†]

川澄 正史[†]

[†] 東京電機大学大学院未来科学研究科情報メディア学専攻 〒120-8551 東京都足立区千住旭町 5 番

^{††} 産業技術総合研究所 〒305-8568 茨城県つくば市梅園 1-1-1

E-mail: [†]sugita@csl.im.dendai.ac.jp, {masuda,yamada,tetsutani,kawasumi}@im.dendai.ac.jp,

^{††}tomohiro.fukuhara@aist.go.jp

あらまし Web ブラウザ操作ログと視線情報の分析に基づくユーザ注目箇所推定手法を提案する．Web 上で情報検索や情報推薦を行う際，利用者が Web ページ内で注目していた箇所を把握し，その部分のコンテンツを取得できれば，より適切な検索や推薦が可能となる．筆者らはこれまで Web ブラウザの拡張機能を利用し，利用者のブラウザ操作履歴の収集と分析を行い，文章中心の閲覧の場合の注目部分の検証を行ってきた．今回は視線計測器を使ったユーザ注目箇所の分析を行い，それらの結果と Web ブラウザ操作ログを基にした注目部分の定式化とその評価を行った．

キーワード 注目箇所推定，ブラウザ操作ログ履歴，視線計測，スクロール操作

1. はじめに

Web における情報推薦において，ユーザの情報選択・閲覧箇所を探るためには，Web ページ閲覧中のブラウザ操作に関する特徴を知る必要がある．ユーザのブラウザ操作ログから注目箇所が明らかとなれば，Web ページ内でユーザが注目した情報のみを抽出することが可能となり，情報推薦の精度を向上させることが期待できる．

閲覧操作に着目した研究としては，中村ら [1] の Web ページ操作支援，中道ら [2] のユーザビリティの低いページの検出，土方ら [3] のマウス挙動に基づくテキスト部分抽出などが存在する．中村ら [1] はマウスポインタの軌跡データからユーザの迷いを検出し，次に行うべき操作を Web ページ上で表示する手法を提案している．中道ら [2] はマウスホイールの回転量と視線の移動速度がユーザビリティの低い Web ページを検出するのに有効だとしている．土方 [3] らは Web ページ上のテキスト選択やリンククリックにより得られたテキストがユーザの興味と合致する精度が高いとしている．このように多くの研究において，閲覧操作に着目することにより Web ページ閲覧に関する様々な特徴が明らかとなっている．

本研究では，ユーザの Web ブラウザ操作に基づいた注目箇所の推定を行うために，ユーザが Web ページ中で読んでいるテキスト領域（以下，ReadingArea と記す）を判別するための特徴を検証し，それらの定式化を行うことが目的である．

これを実現するにあたっては，ユーザの Web ブラウザ操作の中で有用な情報となる操作の調査を目的とした予備実験を行い，その結果を基に，視線情報とスクロール操作の関係を検証する実験を実施した．これらの実験結果を基に ReadingArea の定式化を行う．また，実験時の閲覧操作の収集と解析を効率

よく行うために，本研究では Web ブラウザ上で行う操作を記録するためのツール “WeBOL” を開発し，各実験を行った．

2. 先行研究

2.1 注目箇所判定における実験手法

実験時において被験者の Web ページ閲覧操作の収集を行うためには，Web ページを閲覧するための課題を設定する必要がある．これを閲覧タスクと定義する．特定の事柄に関しての情報収集や，与えられた問題を解決するために必要な情報を収集することが閲覧タスクの目的となる．閲覧タスクの設定例としては，Buscher らの研究 [4] や高久らの研究 [5] が挙げられる．Buscher らは事前に設定したリサーチクエストに対応した 2 種類の閲覧タスクを用意した．1 つ目の “ショッピングタスク” では，事前に与えられた価格と性能の条件を満たすコンピュータを探す作業を設定した．2 つ目の “リーディングタスク” では，事前に与えられた課題を解決するための情報収集を，4 つの長い文章を読むことで行う作業である．高久らは，設定したタスク実行時間の間，被験者が高いモチベーションを持ちながらの探索行動を継続でき，様子を観察・記録できることを重視するために，“レポートタスク” と “旅行タスク” を設定している．“レポートタスク” は「世界史のレポートを書くために必要な情報を収集する」というタスクである．図書館情報学を専攻している被験者が興味を持つ対象を設定している．“旅行タスク” は，複数人での旅行計画のために必要な情報を探索し収集するというタスクである．具体的な目的地や同行者等の設定は被験者が自由に設定するタスクである．

このように実験時において Web 閲覧操作を収集する際には，被験者の特性や実験目的に応じて閲覧タスクを設定する方法が存在する．

Web ページ閲覧時に被験者がどのように Web ページを閲覧したかを明らかにするために、実験後にインタビューを行う場合もある。松田らの研究 [6] では、検索エンジンの結果を閲覧するユーザの注視点を明らかにするために、実験により Web ブラウザ上の操作ログと視線計測器による視線位置の取得とインタビューを行なっている。インタビューでは、操作ログ収集ツールである WebTracer の再生機能を用いて、検索時の様子の再現をもとにした口頭での質問に回答してもらう方法をとっている。インタビューの結果、検索結果ページの上部に表示される検索結果の方を見るという意見が多く得られている。同様に実験結果からも、上部に表示される結果を優先的に見ていたことが明らかとなっている。

2.2 閲覧操作の収集方法

Web ページ閲覧時のユーザ操作の意図解析を行う際、ユーザがどのような操作や行動で Web ページを閲覧しているのかを表すデータが必要となる。収集方法としては、視線計測器を用いた方法、Web ブラウザの拡張機能を用いた方法、プロキシサーバ経由で収集する方法の 3 つが挙げられる。

視線計測器を利用した研究としては、高久らの研究 [5] で利用されている。この研究での視線計測器利用の特徴的な点は、収集対象となる視線情報が Web ページ内に向けられた視線だけではなく、Web ブラウザ全体まで含まれている点である。Web ブラウザ全体とは、ツールバー上のボタンや入力ボックス、タイトルバーなど、主に Web ブラウザの上部に集中している機能のことである。これらに向けられた視線も考慮することにより、被験者の Web ブラウザ操作の習熟度や検索対象による機能の利用の差を測定することが可能となる。

このように視線計測器を用いた研究では、Web ページ内に向けられた視線を対象とするだけではなく、Web ブラウザの操作の利用状況を判別するためにも利用されつつあるといえる。

Web ブラウザの拡張機能を利用した研究としては、南らの研究 [8] が挙げられる。この研究中で開発された拡張機能は、取得した閲覧操作のデータを Web ブラウザを操作しているコンピュータ上には保存せず、操作データ解析専用で設置したサーバへ全て送信している。このように、得られたデータを様々な方法で扱うことが可能である点も Web ブラウザの拡張機能を利用した場合の利点だと考えられる。Web ブラウザの拡張機能として実装する手法では多くの利点が存在するため、今後も Web ブラウザ上での操作に着目した研究においては幅広く利用されている。

プロキシサーバ経由で収集する手法としては、Atterer らの研究 [9] が挙げられる。Web ページ閲覧操作の収集で利用する場合、プロキシサーバは主に 2 つの機能を持つ。一つはクライアントから要求された Web ページに専用のスクリプトを埋め込む機能である。専用のスクリプトとは、Web ページ上で動作するスクリプトのことであり、特定の操作 (マウス操作、スクロール操作等) が発生するたびにその操作に関する情報を取得する。もう一つの機能としては、クライアントから送信された閲覧操作データを蓄積する機能である。専用のスクリプトにより取得された閲覧操作データが一定数集まったところで、Web

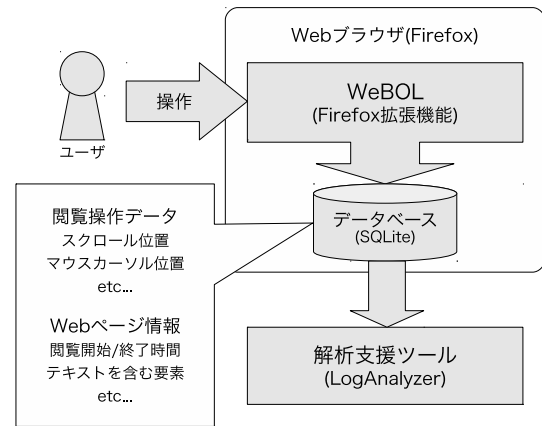


図 1 WeBOL の概要

ブラウザから送信される。このデータを蓄積することが目的である。Atterer はプロキシサーバを利用する利点として、被験者の普段利用している環境でそのまま実行が可能である点を挙げている。

2.3 分析方法

収集された閲覧操作データを効率よく分析するための方法も存在する。

視線計測データの分析に関しては、沼尻らの研究 [10] や Kumar らの研究 [11] が挙げられる。沼尻らはグラフにより可視化を行なっている。横軸を視線計測時の経過時間、縦軸を視線の左右の位置とし左右のずれを示している。これにより、特定の時間において視線が左右どちらに向けられていたかが明らかとなる。このように、データの種類によって適切なグラフ化を行うことにより様々な特徴が発見できるため、実験により取得したデータをグラフ化することは注目領域判定において有効な手法だといえる。

いくつかの研究においては分析専用のツールを開発し利用する傾向もみられる。木浦らの研究 [12] で開発された Webjig では、収集した Web ブラウザ上での操作を元に動作を再現する機能が搭載されている。動画プレーヤのように再生や早送り等の操作をすることで、ある時間に行われた閲覧操作を再現可能である。再生時に再現されるデータは、マウス操作 (カーソルの位置、ボタンの押下状態)、スクロールバーの位置、ウィンドウサイズ、表示している Web ページの DOM(Document Object Model) 情報である。この機能により実験後の解析を効率的に進めることが可能となる。

3. WeBOL:Web ページ閲覧操作記録ツール

本研究で開発を行った Web 操作閲覧記録ツール WeBOL(Web Browser Operation Logger) は、ユーザが Web ページを閲覧する上で行う操作を分析するため、ページ遷移を行うための各種操作、スクロール位置、マウスカーソル位置などの、Web ブラウザ上でユーザがページを閲覧する際に行う主要な操作を記録する。図 1 に WeBOL の概要を示す。

WeBOL は Web ブラウザ (Mozilla Firefox) のアドオンとして実装されており、Firefox の導入されている環境であれば閲覧

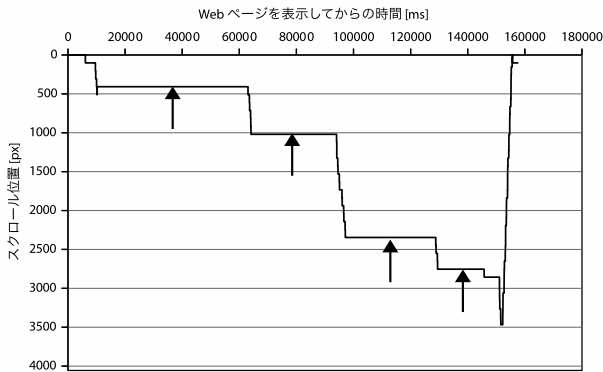


図 2 注目部分におけるスクロール操作

操作の記録が可能である．WeBOL を導入した Firefox をユーザが操作することにより，Web ページ閲覧時に閲覧操作に関するデータと閲覧した Web ページの情報を取得する．

収集した Web 閲覧操作は WeBOL の機能である LogAnalyzer により解析を行う．本ツールはスクロール操作の可視化，スクロール操作の再現や任意の領域中の HTML 要素抽出などの機能が含まれる．

4. 注目箇所推定に有用な操作の基礎調査

Web ブラウジング中における操作の特徴を確認するために被験者 (情報工学を専攻する学部生 (20 代男性)3 名) による予備実験を行った [13]．各被験者に課題を設定してもらい，WeBOL を導入した Web ブラウザ (Mozilla Firefox) 上で課題に関する検索を実施した．

実験により収集された閲覧操作データを分析すると，スクロール操作において被験者間に共通する特徴がみられた．被験者が注目したと回答した Web ページにおいては，スクロールが停止した部分が多くみられた (図 2 の矢印部分)．スクロール停止部分で表示されていた Web ページの内容は被験者が注目した内容が含まれていたことが実験後のインタビューにより明らかとなった．これより，スクロール操作はユーザの注目内容と関連がみられることが明らかとなった．

マウス操作に関しては被験者により大きな違いがみられた．一部の被験者では Web ページ内のテキストを読んでいる際に現在目で追っている文字列部分にマウスカーソルを移動する操作がみられた．一方，他の被験者は閲覧中にマウス操作を殆ど行わない傾向が見られた．マウス操作を頻繁に行う被験者に限定するならば，マウス操作を利用することにより閲覧領域の判別に適用可能であると考えられるが，マウス操作を殆ど行わない被験者に対しては適用できないと考えられる．よって本研究において注目箇所推定を行うにあたっては，マウス操作は考慮せずスクロール操作のみで行う．

5. ReadingArea についての検討事項

本研究では，ユーザの Web ブラウザ操作に基づいた注目箇所の推定を行うために，ユーザが Web ページ中で読んでいると推定されるテキスト領域を ReadingArea と定義する．

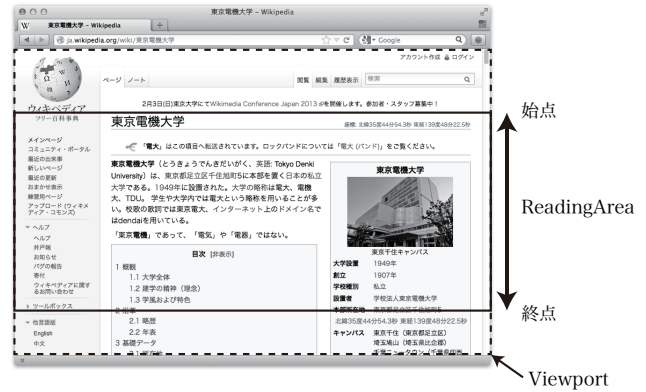


図 3 ReadingArea の概要

ReadingArea は開始位置や範囲がウィンドウの大きさや表示されるコンテンツによって変化する必要がある．ユーザが Web ブラウザ上でスクロールを行いながら Web ページを閲覧する場合，Web ブラウザの表示領域中に表示されているテキストを最上部から最下部にかけて全て読んだとは限らない．多くの場合，表示領域中のテキストを部分的に読みながらスクロールを行う．段落が中心部に存在する場合や，画面全体にかかるような段落を閲覧する場合，ReadingArea の開始位置や範囲はその都度変化するはずである．

ReadingArea の概要を図 3 に示す．図 3 中の破線部分に示した Web ブラウザの Web ページ表示領域中 (以下，Viewport と記す) において，ユーザがテキストを閲覧する範囲を，始点と終点を決定することにより ReadingArea を定義する．

ReadingArea の開始位置や範囲を変化させるためには，実際の被験者の閲覧時の行動を元にした ReadingArea の定式化が必要になる．これまでに収集したデータからは，Viewport に表示されている段落の文字数などが式のパラメータとして利用可能である．これに加えて，Web ページ上のテキストを閲覧する際の特徴を考慮する必要がある．特徴として考えられるのは，段落ごとに読む場合の特徴や，箇条書きが含まれる場合の特徴などである．これらの特徴は ReadingArea の開始位置や範囲を決定する際に有効な情報となる可能性が高い．そこで我々は被験者実験により Web ページ閲覧時の視線情報を分析することにより，これらの特徴を明らかにする．

6. 実験：視線情報とスクロールの関係検証

6.1 目的

本実験の目的は，視線情報とスクロール操作ログを基に，ReadingArea を判別するための式を生成するために必要なデータを取得することと，視線情報とスクロール操作の特徴と ReadingArea の開始位置や範囲に関連がみられるかを検証することである．

6.2 実験環境

被験者 (情報工学を専攻する大学院生 (20 代男性)3 名) は WeBOL をインストールした Firefox が動作するコンピュータ上で指定した Web ページを閲覧する．本実験では Web ページ閲覧時の視線情報を収集するために，視線計測器 (NAC 社製

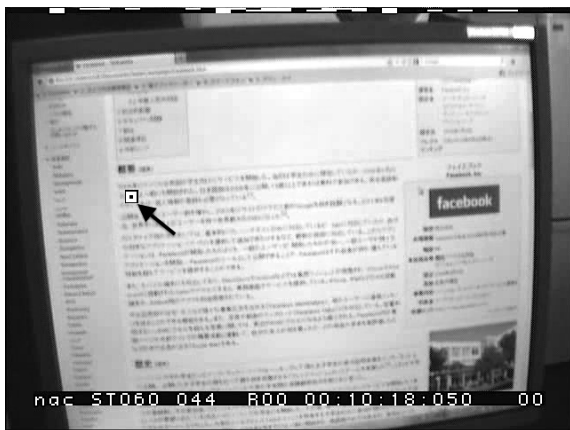


図 4 視線計測器による録画映像

EMR-9) を使用した．コンピュータのディスプレイが視野に入るように調整を行った上で，WeBOL での操作ログ収集と同時に録画も行った (図 4)．

6.3 実験方法

実験の流れを 3 つに分けて以下に示す．

(1) 実験前の準備

特定のページにおいて被験者間でどのような差が現れるかを比較するために，事前に被験者 3 名が共通して興味を持つ Wikipedia の記事を 5 つ選択してもらった．また，今回の実験ではスクロール操作が重要となるため，スクロールが十分に発生する記事の長さがある Wikipedia の記事を選択してもらった．視線計測器の設定では，注視点を正確に識別するためのキャリブレーションを被験者毎に行った．

(2) 実験開始から終了まで

実験を開始する際には，被験者にツールバー上の“記録開始”ボタンを押してもらい，ブックマークした Wikipedia のページを順に選択して閲覧してもらう．必要な情報が満足に得られた時点でブックマークの次のページに移ってもらう．全てのページを閲覧後，ツールバー上の“記録停止”ボタンを押してもらうように指示した．

(3) 実験後の作業

実験終了後，閲覧した Wikipedia の記事の画面キャプチャ上にペイントツールで“読んだ部分”と“読んでいない部分”それぞれにマークを付けてもらった．マークは閲覧した全てのページに対して行うよう指示した．“読んでいない部分”とは，注意深く読んだ場所，行を目で追って読んだ場所を意味するものとし，“読んだ部分”とは，読み飛ばした部分，初めから興味が無かった部分を意味するものとした．

7. 視線情報とスクロール操作の分析

実験より得られたデータを基に，閲覧領域における特徴を分析した．

7.1 視線動作

被験者が“読んだ”とマークした領域周辺での視線動作の一例を図 5 に示した．図 5 は録画映像を 1 秒毎に切り出し，注視点を Web ページ上にプロットしたものである．白抜きの四



図 5 視線の移動

(白抜きの四角部分は開始位置，白抜きの丸部分は終了位置)

角部分は視線動作の開始位置，白抜きの丸部分は視線動作の終了位置を示す．図 5 中の (1) の段落中の視線動作は何度も左右に遷移しながら，徐々に画面下へ向かう傾向がみられた．これは被験者がこの領域中の文章を読んでいる状態を示すものである．“読んだ”とマークされた部分のほぼ全てでこのような特徴がみられた．一方，図 5 中の (2) の領域に位置する段落においては殆ど視線が移動していない．この領域は被験者が読んでいない部分である．

7.2 スクロール停止時間

各被験者のスクロール操作を分析したところ，スクロールが 9 秒以上停止していた際に表示されていた領域では，被験者が領域中の文章を読んでいたことを示す特徴が現れていた．これは被験者が“読んだ”とマークした部分の多くがこの領域に含まれていることや，文章閲覧時の視線の特徴が領域内で多く現れていることなどから明らかとなった．また，スクロールの停止時間に比例して“読んだ”段落が増加する傾向がみられた．

7.3 閲覧領域における文章閲覧速度

表 1 閲覧領域における文章閲覧速度

被験者	平均速度 (char/s)	標準偏差 (char/s)	ページ	平均速度 (char/s)	標準偏差 (char/s)	サンプル数 n
A	22.04	3.12	1	19.76	3.18	3
			2	24.03	2.55	4
			3	22.32	3.62	3
B	25.01	6.23	1	25.40	5.59	4
			2	21.05	7.43	3
			3	26.53	5.82	5
C	29.97	3.32	1	24.47	3.03	4
			2	24.36	3.17	3
			3	41.08	3.77	5

閲覧領域における文章閲覧速度を表 1 にまとめた．被験者 3 名を A～C として表し，実験時に閲覧した共通のページを番号 1～3 で分類した．ページ毎に閲覧領域に該当する段落を抽出し，文字数と注視時間から閲覧速度 (char/s) を計算した．表 1 の平均速度に着目すると，被験者 C のページ 3 を除いては概ね 20(char/s) から 25(char/s) の範囲に収まる．この結果より，閲覧速度 25(char/s) 以下の要素であれば注目した領域であると考えられる．

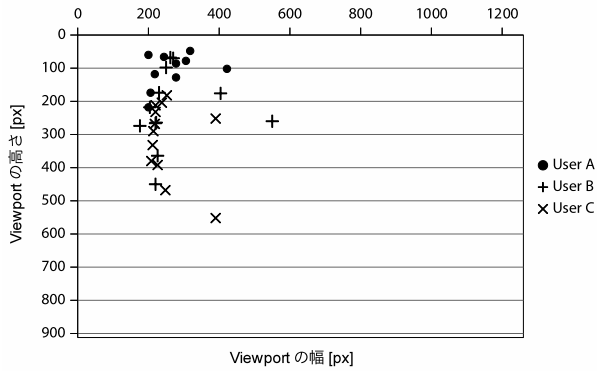


図 6 閲読領域におけるスクロール停止後最初の注視点

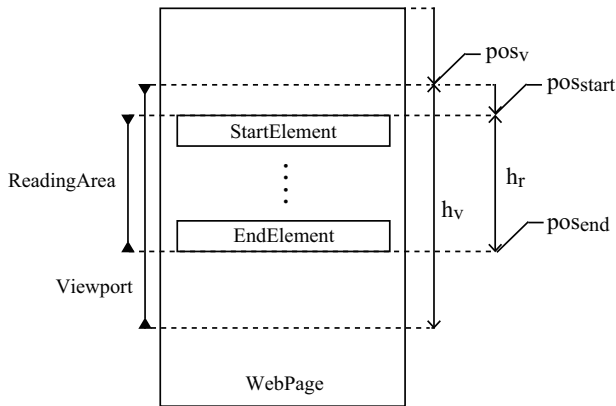


図 7 ReadingArea の定義

7.4 閲読開始時の注視点

スクロール停止直後に Web ページ内の文章を読み始める位置 (以下, ReadingStart と記す) を図 6 に示した。この図では閲読開始位置が Viewport の最上部から中心部の間に集中していることが確認できる。この部分において更に解析を進めたところ, ReadingStart は Web ページ中の要素の種類や位置と関係することが明らかとなった。

画面上部～中心部に見出しとなる要素 ($h_1 \sim h_6$) が含まれる場合は, その要素に注視点が移動してから直下の段落を読み始める傾向がみられた。見出しとなる要素が含まれない場合は, Viewport の中心部から最も近い段落から読む傾向がみられた。この結果より, ReadingStart はスクロールが停止してから読み始めた段落や見出しの位置に依存すると考えられる。

7.5 閲読終了部分

ReadingStart から段落を読み始め, 次のスクロールが開始される直前まで読んでいた位置 (以下, ReadingEnd と記す) に関しては, 現在読んでいる段落の高さやスクロールの停止時間により変化する傾向がみられた。今回の実験結果では段落ごとに読んだ・読まなかったの特徴が現れているため, ReadingEnd は最後に読んだ段落の位置が対象となる。

8. ReadingArea の定式化

前章の解析結果を基に ReadingArea の定式化を行った。本研究で定義する ReadingArea (図 7) は, 開始位置 (ReadingStart)

と終了位置 (ReadingEnd) を設定することにより, Web ページの内容やスクロール停止時間によって追従可能なものとする。

8.1 スクロール停止時間の条件

ReadingArea の対象となる領域は, 7.2 章より, スクロール停止時間が 9 秒以上停止していた Viewport 中に含まれる領域とする。この際の Web ページ上部を 0px とした場合の Viewport の位置を pos_v , 高さを h_v とする。この間のスクロール停止時間を T_{stop} とする。

8.2 ReadingArea の開始位置の決定

図 6 の結果を基に, Viewport 最上部 (pos_v) から中心部 ($h_v/2$) に存在する要素のうち, 最も見出しレベル ($h_1 \sim h_6$) の高い見出し要素を選択する。領域中に見出し要素のレベルが全て同じ場合や, 見出し要素が存在しない場合, Viewport の最上部 (pos_v) から最も近い見出しや段落を選択する。この要素を StartElement と定義し, ユーザはこの位置から閲読を開始すると推定する。StartElement の位置を起点とした場合の ReadingStart のスクロール位置は pos_{start} と定義する。

8.3 閲読時間とスクロール停止時間の比較

スクロールの停止時間により Viewport 中に含まれる段落を読む割合は変化するため, StartElement から下方向へ順に要素中のテキストを読む場合の, スクロールの停止時間中にユーザが閲読可能な文字数を比較する。

その方法としては, StartElement 直下の要素から Viewport 下部の要素まで 1 つずつ順番に選択していき, ReadingArea の対象となる領域を徐々に下方向へ増加させていく方法である。この領域中に含まれる文字数 ($C_{reading}$) とユーザの閲読速度 (T_{stop}) から, 領域中の文字列を読むために必要な時間 ($T_{reading}$) を割り出し, スクロール停止時間 (T_{stop}) との比較を行う。

まず, 選択領域中の文字数を式 (1) により求める。Viewport 中に含まれる StartElement 以降の要素のリストを E , StartElement を起点に選択する要素数を n とする。

$$C_{reading} = \sum_{i=1}^n \text{char}(E_i) \quad (1)$$

n の初期値は 1 と設定し, この場合 $C_{reading}$ は StartElement の文字数となる。 $n = 2$ 以降は StartElement の文字数と直下の要素の文字数となる。 n の値が増加するにつれ選択される要素数が増加する。

次に, 選択領域中の文字数 ($C_{reading}$) とユーザの閲読速度 (S_{user}) より, StartElement から要素までの範囲に含まれるテキストを読むために必要な時間 $T_{reading}$ を求める。 $T_{reading}$ の定義を式 (2) に示す。

$$T_{reading} = \frac{C_{reading}}{S_{user}} \quad (2)$$

この際のユーザの閲読速度は 7.3 章の結果より $25(\text{char/s})$ とする。

最後に $T_{reading}$ と T_{stop} を比較を行う。 $T_{reading} \leq T_{stop}$ が成立する, すなわち選択領域中のテキストをユーザが読めると判断した場合, n の値を 1 増加させ再び $C_{reading}$ の計算を

行う．この条件が成立する間はこの操作を続ける．

8.4 ReadingArea の終了位置の決定

$T_{reading} > T_{stop}$ の場合，すなわち現在の選択領域中のテキストをユーザが読めないと判断した場合，EndElement が決定する．最後の要素（選択領域中で最も下部に存在する要素） E_n の一つ前の要素までは読めると判断できるため，EndElement は要素 E_{n-1} となる．よって ReadingArea の終了位置 (pos_{end}) は，EndElement(E_{n-1}) の Y 座標と高さを合わせたものとなる．

9. ReadingArea の評価

9.1 評価方法

ReadingArea 中の要素と，視線計測器により“読んだ”と確認できた領域中の要素を比較し，それらがどの程度一致するかにより評価を行う．一致する要素が多いほど ReadingArea の精度は高いといえる．

まず初めに，実験で得られたデータへ ReadingArea の適用を行う．例として，一つの実験データ（被験者 A，PageID: 1）中の 9 秒以上スクロールが停止している部分の一部分を対象として ReadingArea の適用方法を示す．

8 章で示した通り，まず初めに ReadingStart となる要素を決定し，ReadingStart から順に下へ要素を選択した際の文字数を計算する．結果は表 2 の通りである．表 2 中の“領域”は ReadingStart から下へ要素毎に振られる番号である．

表 2 合計文字数と読むのに必要な時間の計算例
(被験者 A，PageID: 1)

領域	文字数	合計文字数 $C_{reading}$	必要な時間 [s] $T_{reading}$
1	5	5	0.15
2	117	122	3.85
3	2	124	3.92
4	216	340	10.74
5	398	738	23.31
6	81	819	25.86
7	47	866	27.35
8	113	979	30.91
9	7	986	31.14
10	84	1070	33.79

次に表 2 の“必要な時間”と，スクロール停止時間 ($T_{stop} = 31.67[s]$) を領域 1 から順に比較を行う．比較は選択領域中のテキストを読むのに十分な時間 ($T_{reading} \leq T_{stop}$) が成立する間，つまり $T_{reading} \leq 31.67[s]$ が成立する範囲を選択する．この条件が成立する領域は表 2 中の領域 1～9 の範囲であることが確認できる．この範囲を基に ReadingArea が決定する．実験データ（被験者 A，PageID: 1）における ReadingArea の適用結果を図 8 に示す．

9.2 適用結果

今回の実験で得られたデータに対し ReadingArea の適用を行った．結果は表 3 と表 4 の通りである．ReadingArea 中の要素数と，視線計測器により“読んだ”と確認できた領域中の要



図 8 ReadingArea の適用結果
(被験者 A，PageID: 1)

表 3 ReadingArea と視線計測器の比較結果

被験者	平均適合率	平均再現率	平均 F 値
A	0.64	0.80	0.70
B	0.74	0.86	0.79
C	0.76	0.80	0.77

表 4 ReadingArea と視線計測器の比較結果の詳細

被験者	PageID	適合率	再現率	F 値
A	1	0.77	1.00	0.87
	2	0.74	0.70	0.72
	3	0.40	0.71	0.51
B	1	0.78	0.88	0.82
	2	0.71	1.00	0.83
	3	0.73	0.70	0.71
C	1	0.68	0.95	0.79
	2	0.81	0.71	0.76
	3	0.79	0.73	0.76
平均		0.71	0.82	0.75

素数を利用して適合率と再現率を計算した．

この結果より，適合率よりも再現率の方が高い結果となった．これは閱讀領域以外の要素を抽出する傾向があるが，閱讀領域を抽出する可能性も高いといえる．また，適合率と再現率をグラフ上に示した（図 9）．適合率 0.4 のデータ以外は概ねグラフの右上に集中している．

10. 結果の考察

今回の実験結果は概ね良好なものであったが，一部で精度が下がる場合もみられた．原因としては 3 点考えられる．

1 点目は，同じレベルの見出しが Viewport 中に並んだ場合，1 番目以外から見出しから読み始める場合が存在するためである．今回定義した ReadingArea では，Viewport 中の一番上から見出しから読むことを前提に定義されているため，途中の見出しから読み始めた場合，精度が下がる原因となる．

2 点目は，段落が連続して存在する場合，段落の途中で読み飛ばしが発生する場合があるためである．今回定義した ReadingArea では，段落は連続して読むことを前提に定義されている

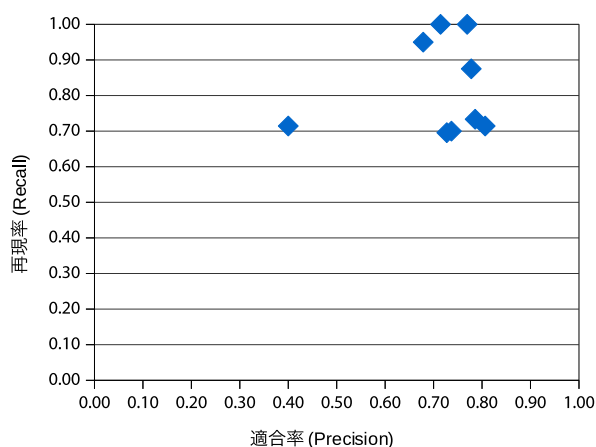


図 9 ReadingArea の再現率と適合率

ため、読み飛ばしが発生した場合、ReadingArea の範囲に影響が出ると考えられる。

3 点目は、細かくスクロールを行いながら閲覧を行ったためである。Web ページ閲覧中はスクロールを停止する以外にも、スクロールと停止を短時間で繰り返しながら閲覧を行う場合も存在する。現在の ReadingArea の定義ではこのような操作に対応していないため、ReadingArea の対象範囲として認識されない。

ReadingArea の精度向上のためにはこれらを解決していく必要がある。

11. おわりに

本研究では、Web ブラウジング時に閲覧領域を推定して、その後の情報推薦に利用するために、ユーザの Web 閲覧操作を記録するための支援を行うツール WeBOL を利用し被験者実験を行った。実験より得られたスクロール操作データと視線情報からいくつかの特徴を発見し、ユーザが Web ページ上で文章を読んだ部分に関しての特徴を確認した。これにより本研究では、スクロール操作と視線の特徴がユーザが Web ページ上で“読んだ”部分と関連がみられることを確認できた。また、実験より得られたスクロール操作と視線情報を分析することにより、ReadingArea の定式化を行った。

謝 辞

本研究は、東京電機大学総合研究所 研究課題番号:Q12J-05 として行ったものである。

文 献

- [1] 中村 友洋, 新谷 隆彦, 恵木 正史, 櫻井 隆雄 “操作ログを利用した Web 操作支援システム”, 電子情報通信学会技術研究報告. LOIS, ライフインテリジェンスとオフィス情報システム: IEICE technical report Vol.109, No.39, pp.55-60 (2009).
- [2] 中道 上, 阪井 誠, 島 和之, 松本 健一 “ユーザの振る舞いによる Web ユーザビリティの低いページの検出”, ヒューマンインタフェース学会論文誌, Vol.8, No.1, pp.31-40 (2006).
- [3] 土方嘉徳, 青木義則, 古井陽之助, 中島周 “マウス挙動に基づくテキスト部分抽出方式と抽出キーワードの有効性に関する検証”, 情報処理学会論文誌, Vol.43, No.2, pp.566-576 (2002).
- [4] G. Buscher, R. Biedert, D. Heinesch and A. Dengel. “Eye Tracking Analysis of Preferred Reading Regions on the Screen”, in Proc. 28th of the international conference extended abstracts on Human factors in computing systems (CHI EA '10), pp. 3307-3312 (2010).
- [5] 高久雅生, 江草由佳, 寺井仁, 齋藤ひとみ, 三輪真木子, 神門典子 “タスク種別とユーザ特性の違いが Web 情報探索行動に与える影響: 眼球運動データおよび閲覧行動ログを用いた分析”, 情報知識学会誌 早期公開 2010, Vol. 20, No. 3 pp.249-276 (2010).
- [6] 松田 侑子 “複数の検索結果ページを閲覧するユーザの視線分析” 奈良先端科学技術大学院大学修士論文, No.4296 (2009).
- [7] 木浦 幹雄, 大平 雅雄, 上野 秀剛, 松本 健一 “Webjig: ユーザ行動とユーザ画面の関連付けによる動的 Web サイト利用者の行動可視化システムの開発” 情報処理学会論文誌, Vol.51, No.1, pp.204-215 (2010).
- [8] 南 翔太郎, 岡 誠 “閲覧行動モニタリングに基づく検索意図の抽出と検索結果の分類” ヒューマンコンピュータインタラクション (HCI) Vol.2011-HCI-142, No.8 (2011).
- [9] R. Atterer, M. Wnuk and Schmidt. “A. Knowing the User's Every Move - User Activity Tracking for Website Usability Evaluation and Implicit Interaction” Proceedings of the 15th international conference on World Wide Web(WWW '06), pp.203-212 (2006).
- [10] 沼尻 貴明 “多量情報の効率的取得のための高速閲覧システム” 埼玉大学大学院修士論文 (2003).
- [11] M. Kumar, T. Winograd and A. Paepcke. “Gaze-enhanced Scrolling Techniques” in CHI '07 extended abstracts on Human factors in computing, pp. 2531-2536 (2007).
- [12] 木浦 幹雄, 大平 雅雄, 上野 秀剛, 松本 健一 “Webjig: ユーザ行動とユーザ画面の関連付けによる動的 Web サイト利用者の行動可視化システムの開発” 情報処理学会論文誌, Vol.51, No.1, pp.204-215 (2010).
- [13] 杉田賢治, 福原知宏, 増田英孝, 中川裕志 “Web ページ閲覧時におけるユーザ行動理解に向けたブラウザ操作ログ記録ツールの開発”, 第 19 回 Web インテリジェンスとインタラクション研究会, WI2-2011-10, pp.37-38 (2011).
- [14] 杉田 賢治, 福原 知宏, 増田 英孝, 山田 剛一 “Web ブラウザのスクロール操作に基づくユーザ注目箇所推定に関する分析” 2012 年度人工知能学会全国大会 (JSAI2012), pp.350-353 (2012).