

Web ページにおける視線停留時間と脈波波高に基づく 興味箇所と興味度合の特定

深澤 綾[†] 小俣 昌樹[‡] 今宮 淳美[‡]

山梨大学大学院医学工学総合教育部[†]

山梨大学大学院医学工学総合研究部[‡]

1. はじめに

Web 技術の向上により、Web サイトの公開は誰でも簡単にできるようになった。デザイナーは、ユーザの長期滞在や再訪を望み、ユーザに心地よさを感じてもらおうとして、最新技術を駆使した Web ページを設計する。しかし、それが画面の見にくさや作業のしにくさを招き、かえってユーザに不快な思いを与えるケースも少なくない。このようなデザイナー側の意図とユーザ側の感情のずれの問題を解決するため、Web 設計におけるさまざまな研究がおこなわれている。Nielsen らは、視線停留時間をヒートマップとして表示し、それを閲覧していた Web ページ上に重ね合わせることで、ユーザの閲覧箇所を可視化した[1]。分析結果から、ユーザの視線は Web ページの主体となるコンテンツが掲載されている中央と、タイトルやメニューのある、上や左の部分に集中していることがわかった。これにより、重要なコンテンツを右下に配置するべきではないというような Web 設計における判断を容易にした。

この研究で用いられた視線停留時間は、Web ユーザビリティ研究において、有効な生体データとされ、多くの研究で取り扱われている。しかし、ユーザが無意識に同じ場所を見ていたとしても、その場所における視線停留時間は長くなるため、停留時間が長い場所がユーザにとって大事な場所であるとは限らない。

このような従来研究の問題点を解決するために、本研究では、視線停留時間に加え、瞳孔径と脈波データを用いた Web ページ上の興味箇所を特定する手法を提案する。本稿では、ユーザが興味を示すときに得られる生体データの変化を利用することで、ユーザー一人一人に合わせて、Web ページ上の興味箇所を特定する手法について述べる。特に、瞳孔径と脈波のデータが有効であり、これらのデータを利用した興味箇所特定手法および瞳孔径と脈波波高の振幅とによる興味度合の特定手法について説明する。

2. Web 閲覧時のユーザの興味箇所検出手法

本節では、Web ページ閲覧時の生体データの特徴検証およびそれらのデータによる興味箇所特定手法について述べる。

2.1 Web 閲覧時の興味箇所での生体データの特徴検出

ここでは、Web ページ閲覧中に興味を感じたときの視線データと脈波データの特徴を検証する実験について述べる。

視線停留時間と瞳孔径の視線データは、nac 社の視線計測装置 EMR-AT VOXER を使用し、脈波は、Thought Technology 社の生体情報計測機器 ProComp-Infiniti™ を用いて計測した。脈波のセンサは、左手の中指に装着する。実験タスクは、Web ページ閲覧と同時に、そのページの評

価をおこなうというものである。被験者は、およそ 5 分間、いつも通りに Web ページを閲覧する。閲覧の途中で興味を感じたときにその時点で、口答で「はい」と合図する。実験で使用する Web ページは、被験者が普段興味をもって見ているものである。被験者は、19~54 歳の 21 名（男性 5 名、女性 16 名）であり、1 名以外は頻りに Web を利用している。

実験の結果、視線停留時間が 250 ms 以上になるところと、興味を示したところが一致した被験者が 2 名で、それ以外の被験者は停留（200 ms の固視）自体ほとんどみられなかった。また、瞳孔径は、興味を示した場所で大きくなった。14 名の被験者にこの変化がみられたが、興味箇所ではないところでも頻りに同様の変化が観測された。脈波は、興味を示した時点で波高の振幅が小さくなり、この変化は 12 名の被験者にみられた。

このことから、Web 閲覧時の興味箇所において、視線停留時間、瞳孔径、脈波の生体データの変動がみられることがわかった。

2.2 生体データを用いた興味箇所特定手法

2.1 節の結果から、Web ページ上の興味箇所特定に、視線停留時間、瞳孔径および脈波の生体データが有効であるといえるため、本節では、これらの生体データを組み合わせた興味箇所特定手法について述べる。

興味箇所を特定する方法として、各生体データにしきい値を設け、その値を超えたところを興味箇所と判断することにする。しきい値は、全被験者の計算範囲での平均と分散から算出する。しきい値の計算に使用するデータの平均と分散の計算区間は、計測開始から 20~40 秒の間とし、興味箇所特定対象範囲は、40 秒以降とする。また、0~20 秒の間は、データが不安定なので、棄却範囲とする。

しきい値の算出には、まず被験者ごとに、その被験者の興味箇所を検出できるような最適な値を決める。このようにして、1 名の被験者につき、式 (1) を得る。本実験では、被験者が 21 名なので、21 の式を最小二乗法によりフィッティングすることで、被験者にとっての最適解に近い値となる未知数 a , b を求める。

$$\text{しきい値} = a \times \text{平均} + b \times \text{分散} \quad (1)$$

脈波データによる分析は、脈波波高の振幅を利用して、興味箇所の判定を行う。そのため、元の脈波データから脈波の波高データに変換してから、しきい値を求めた。計算の結果、瞳孔径では、 $a=1.077$, $b=0.058$ 、脈波波高では、 $a=0.85$, $b=0.69$ となった。視線停留時間においては、2.1 節の実験結果から、250 ms が最適と考えられ、この値をしきい値とした。

分析の結果、瞳孔径による興味箇所検出手法では誤検出が非常に多くなることがわかった。したがって、視線停留時間と瞳孔径は、同時にしきい値を上回るところを興味箇所とした（図 1 参照）。また、脈波波高は、興味箇所では 3 s 以上下回る傾向があるため、これを条件に加えた（図 2 参照）。表 1 に、分析により得られた各生体データのし

Identification of User's Interested Areas and the Interested Levels based on Eye Fixation Duration and BVP Height in Web pages.

[†] Aya FUKASAWA University of Yamanashi

[‡] Masaki OMATA, Atsumi IMAMIYA University of Yamanashi

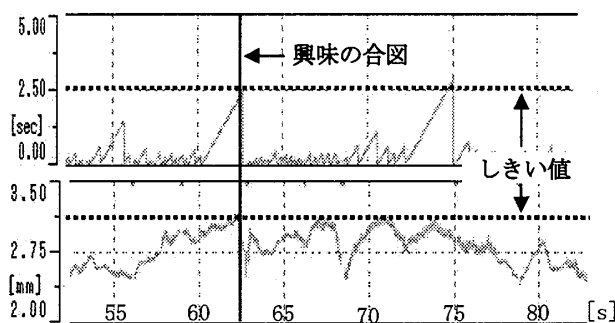


図1 視線停留時間(上)と瞳孔径(下)が同時にしきい値を上回る様子

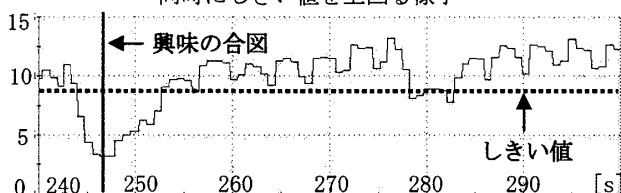


図2 脈波波高の振幅が3sec以上しきい値を下回る様子

表1 各生体データのしきい値による興味箇所検出手法

和 集 合	積 集 合	視線停留時間	250ms を上回る
		瞳孔径	(1.077×平均+0.058×分散) を上回る
		脈波波高	(0.854×平均+0.069×分散) を3sec以上連続して下回る

しきい値と興味箇所検出手法をまとめたものを示す。

2.3 興味箇所検出手法の評価

本節では、先行研究で用いられた視線データだけを利用した興味箇所特定手法と提案手法とを比較する。

評価は、検索の漏れの少なさを示す Recall (再現率, 式(2))と誤検出の少なさを示す Precision (適合率, 式(3))の調和平均によって求められる F 尺度により行う(式(4)参照)。

$$\text{Recall} = \frac{\text{正しく検出できた数}}{\text{興味の合図の総数}} \quad (2)$$

$$\text{Precision} = \frac{\text{正しく検出できた数}}{\text{検出した総数}} \quad (3)$$

$$F \text{ 尺度} = \frac{2 \times \text{Recall} \times \text{Precision}}{\text{Recall} + \text{Precision}} \quad (4)$$

上式を用いて計算した結果、視線停留時間のみの方の分析手法の F 尺度は 0.067 に対し、提案手法の F 尺度は 0.41 となった。これは、提案手法の検出精度が従来の手法より高いことを示す。

3. 瞳孔径と脈波波高による興味度合の特定

2節では、視線停留時間、瞳孔径および脈波のデータから Web ページ上の興味箇所を特定する手法を提案した。しかし、興味度合は常に一律とは限らない。そこで、本節では、興味度合を瞳孔径と脈波波高から判断する手法について述べる。

3.1 生体データと興味度合の検証

実験タスクは、Web ページ閲覧とそのページに対する興味度合の評価である。被験者は、およそ5分間いつも通りに Web ページを閲覧していく。閲覧終了直後に、ビデオで先程閲覧した Web ページ画面の映像をみていき、興味を感じたところで、興味度合を5段階評価で答える。実験環

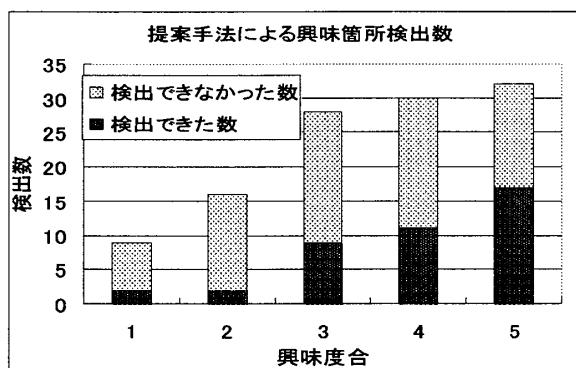


図3 脈波波高の振幅の大きさと評価値の関係

境は、2.1節と同様である。被験者は19~54歳の20名(男性9名、女性11名)であり、1名以外は頻りに Web を活用している。

2節の分析方法で興味箇所の特定を行った結果、視線停留時間がしきい値を超えた被験者は2名で、共に1箇所の興味箇所検出しかできなかった。したがって、視線停留時間と瞳孔径の積集合を利用するという興味箇所検出手法では、瞳孔径による検出が活かされず、脈波データ単独の検出手法になってしまう。そこで、視線停留時間のデータを使わず、瞳孔径と脈波波高データの積集合による分析をおこなった。この結果、検出できた被験者の F 尺度の平均は 0.50 となり、検出の精度は向上した。特に、Precision が 0.76 と高い。これは、誤検出が減少したことを示す。ここでの式(1)の計算結果は、瞳孔径 $a=1.17$, $b=-0.17$, 脈波 $a=0.72$, $b=4.49$ となった。

3.2 興味度合と興味箇所検出割合

3.1節で提案した手法による分析の結果から、瞳孔径と脈波波高による興味箇所特定が有効だといえる。さらに、この手法で検出された興味箇所での興味度合は高い可能性が高いということがわかった。図3に、興味箇所における興味度合と検出数を示す。

$$\text{検出した割合} [\%] = \frac{\text{検出した数}}{\text{全回答数}} \times 100 \quad (5)$$

式(5)を用いて、各評価における検出割合を算出した。計算の結果、興味度合1は22%、2の割合は13%、興味度合3の割合は32%、興味度合4の割合は37%、5の割合は53%となった。このことから、瞳孔径と脈波波高がどちらしきい値を超える箇所では、興味度合が高い可能性が高いということがいえる。

4. おわりに

本稿では、Web ページ上の興味箇所における視線停留時間、瞳孔径および脈波データの変化の特徴に着目し、これらの生体データを利用して興味箇所を特定する分析方法について述べた。また、従来の視線停留時間のみの方よりも提案手法の方が、興味箇所検出精度が高いことを示した。さらに、瞳孔径と脈波データとの組み合わせが有効であり、この2つのデータが同時にしきい値を超える場合、その箇所での興味度合が高い可能性が高いことを示した。

参考文献

- [1] Jakob Nielsen, "軌跡はFを描く," http://www.usability.gr.jp/alertbox/20060417_reading_pattern.html, (最終閲覧日: 2008年1月12日)。