

令和元年9月9日現在

機関番号：12103

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2015～2018

課題番号：15K01452

研究課題名(和文) 視覚障害者の心的負担・迷いを軽減するウェブサイトの構造解明に関する研究

研究課題名(英文) Elucidation of a website structure that reduces the mental workload and lostness of visually impaired persons

研究代表者

飯塚 潤一 (IIZUKA, JUNICHI)

筑波技術大学・障害者高等教育研究支援センター・教授

研究者番号：90436288

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,600,000円

研究成果の概要(和文)：視覚障害者は、インターネットの情報検索には長時間かかるため、心的負担も大きいと考えられる。しかし、その詳細は明らかでない。そこで本研究では、ウェブでの情報検索で迷った際に、心的負担がどのように変動するかを心拍計測など複数の評価方法で評価した。その結果、6つの検索タスクを実行した際の心拍数とNASA-TLXの評価値には正の相関があり、相関係数は0.63であった。これは、視覚障害者は、晴眼者と同様に、難しい検索課題では、心拍数が高くなり、検索終了後も心的負担を感じている、という非常に興味深い結果が示唆された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

インターネットでの検索において、全画面の情報を一読できる晴眼者と違い、視覚障害者が用いるスクリーンリーダーの読上げは遅く、聞き直すことも難しいため、必要な情報を記憶しておくことが強いられる。これが大きな心的負担になっていると考えられるが、その実態は明らかでない。本研究で用いた心拍変動はリアルタイムに測定できるため、検索タスク全体だけでなく、各場面での検索しづらさも評価できる。すなわち、ウェブ・アクセシビリティを規定した「JIS X8341-3」の各配慮事項の効果を個々に定量化できることも意味している。ウェブ・アクセシビリティ向上は、視覚障害者の職域拡大や社会参加の促進につながり意義が大きい。

研究成果の概要(英文)：It is considered that visually impaired persons suffer from a high mental workload when using the Internet because it takes a longer time for them to retrieve information. However, the details are unclear. In this study, therefore, by using multiple evaluation methods such as heart rate measurement, we evaluated how the mental workload changed when the visually impaired became lost in retrieving information on the web. There was a positive correlation between heart rate during the execution of six retrieval tasks and NASA-TLX (Task Load Index) values; the correlation coefficient was 0.63. This indicates that, in the same way as sighted persons, visually impaired persons experience an increased heart rate when facing difficult search topics and feel a mental workload, even after finishing their retrieval task.

研究分野：情報工学，福祉工学，視覚障害支援

キーワード：視覚障害 ウェブサイト 心的負担 NASA-TLX アクセシビリティ ユーザビリティ

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19、CK - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

“視覚障害者は情報障害”とも言われ、インターネットでの情報入手は今や不可欠である。しかし、視覚障害者は音声や点字など1次元媒体を用いるため、ディスプレイ画面に2次元に広がる情報を効率的に収集するのは容易ではない。スクリーンリーダーの音声は聞き流れてしまうため、より多くの記憶を強いられ、その結果、心的負担を大きくしていると考えられるが、関連する先行研究はほとんどない。

研究代表者らは、これまでに検索時間と心的負担(NASA-TLX)の間には強い相関があることを明らかにしてきた。次の段階として、ウェブ・コンテンツや階層構造の何が心的負担に影響し、どのように改善すればよいかを解明することが求められている。

2. 研究の目的

視覚障害者にとって、インターネットによる情報検索には長時間かかり心的負担も大きい。このため、ウェブサイトのユーザビリティ向上は非常に重要である。

本研究では、まず階層構造やコンテンツの配置を変えたサイトを制作し、視覚障害者のウェブ検索における晴眼者との心的負担の違いを明らかにする。また、検索の際の迷いがどのように心的負担に影響しているか調査し、迷いを数値化する。

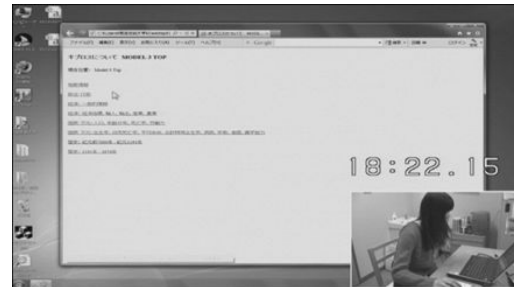
これらの知見を活かし、視覚障害者にとってわかりやすいウェブサイトはどうあるべきかをまとめ、ウェブサイト制作・評価のための視覚障害者のウェブ・ユーザビリティガイドラインを作成することを目的とする。

3. 研究の方法

今回用いた各評価手法・装置について概説する。

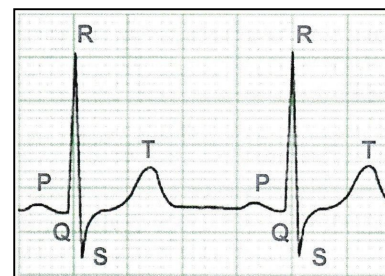
(1)画面遷移や音声などの録画・録音

本研究のために小型軽量で、実験協力者が日ごろ使い慣れたパソコン環境などに持ち運びできる録画・録音装置を制作した。本装置により、被験者のパソコン操作の様子の録画、ディスプレイ画面のウィンドウや注目点の遷移状態の録画、音声ブラウザの出力する合成音声の録音、パソコン操作時の被験者の発話の録音、という4種類のデータを同時にデジタルデータ化して録画・録音することができる。その時の時間も1/100秒単位まで画面内に写し込める。右図に録画・録音装置の画面例を示す。



(2)心拍測定装置

一般的な心拍計測を用いた実験は、高速フーリエ変換法を用いた周波数領域解析による低周波成分(LF)と高周波成分(HF)を抽出し、解析するものが多い。そのためには最低300心拍、すなわち5分程度連続して安定した課題を課す測定が必要だが、ウェブ検索の場合、5分以上検索をし続け、かつその心的負担がかかり続けることは稀である。そこで、まず、実験開始時から終了時まで心拍変動を連続的に測定する。得られたトレンド・グラフから、検索タスクの時間帯(1~2分程度)だけを抽出して、その右図のR-R感を数値化して、その平均心拍数をタスクの指標とした。具体的には心拍計を装着する胸部分を清浄し装置を装着後、データ保存用の計測器を腰からぶら下げながら実験を行った。



(3)心的負担測定(NASA-TLX)

心的負担(メンタルワークロード)の評価手法としては、NASA-TLX(NASA Task Load Index)を使用した。NASA-TLXの6つの評価尺度“知的・知覚的負荷”、“身体的負荷”、“タイムプレッシャー”、“作業成績”、“努力”、“フラストレーション”の評価値を得るため、各尺度について実験協力者から10段階評価を口頭で得た。続いて、6つの評価尺度の重みを決定するため、その中から2個ずつを被験者に提示し(一対比較)、タスクの作業負荷の要因としてどちらが重要かを選択してもらった。そして、6つの評価尺度の評価値と一対比較で得られた重みを掛け合わせ、それらを合計して総合評価値を算出した。

(4)擬似的ウェブサイトの試作

これまで制作したウェブサイトを用いる用語は、先行研究で開示されていた情報を日本語の翻案したものであった。しかし、必ずしも実験評価者にとって等しくなじみがある単語ではないので、提示したタスクによっては実験協力者の日本語語彙の影響を受け、それが実験結果に反映していた懸念があった。そこで、評価に使用する擬似ウェブサイトを用いる用語として、実験協力者に認知度が等しく高い単語を選定した。『日本語の語彙特性(NTTデータベースシリーズ:三省堂)』を用いて、試作したウェブサイトを用いた用語の親和度を数値化した。

4. 研究成果

今回得られた成果について概説する。

(1)疑似サイトの均質化

前項(4)で述べたように、ウェブサイトで用いる単語の入れ替えを行った。用いる単語を生活シーンの各ジャンル(例:衣料,食料,道具,植物,動物など)からまんべんなく選定し,その単語の“文字音声単語親密度”がより高いものから選定した。これにより,メニューの上位階層から下位階層までの単語を想起しやすくすることができた。本研究で試作したのは,モデル1は5階層構造,モデル2として4階層構造,モデル3として3階層構造の3種類で,最下層はすべて118項目(単語)とした。未知の単語は,下位階層への移動を躊躇させる懸念があるが,今回の単語検索実験後,実験協力者にインタビューを行った結果では,いずれも単語も良く知っている,という結果を得ており,疑似サイトで単語選択の妥当性はある程度担保されたと考える。

(2)検索時間と心的負担

これまで研究代表者らにより,検索時間とNASA-TLXの関係を調べてきたが,今回の実験でも,検索時間とNASA-TLX評価値との間には相関があることが再確認された。すなわち,長時間の検索では視覚障害者も心的負担を強く感じ,簡単に検索できるタスクは心的負担が少ない,という結果が再現された(引用文献1)。

(3)心的負担と心拍数

本研究で,6つの検索タスクを実行した際の心拍数変動とNASA-TLXの評価値との対応を評価した。その結果,正の相関があり相関係数は0.63であった。検索しようとする単語がどのジャンルに分類されているか考えたり,どの下位階層を選択すればよいのか迷ったりしている間は,心拍数が上がりR-R間隔が狭くなったことを示している。R-R間隔内の短時間での迷いは数値に表れないが,R-R間隔以上の時間の迷いは周辺のR-R間隔との平均値の変動に現れる。この時の心拍数の高さは,検索終了後のNASA-TLX評価値にも影響を及ぼし,心的負担を感じさせている,という興味深い結果が示唆された。

なお,本研究での3人の実験協力者による実験結果からは,タスク検索の難易度による影響だけでなく,心拍計を胸に装着したことによる心的負担が加わっている可能性があることが示唆された。心拍計の装着時に胸を出し清浄のためのスクラブで皮膚表面の脂や汗を清拭し電極を固定する。また,胸に装着した電極からの計測用ケーブルをシャツの下から垂らしながら実験を行う。これらは実験中に違和感を伴い,過度な緊張を伴うことが,実験後のインタビューで聞かれた。そこで,当初予定していなかった腕時計型の心拍測定装置を導入した。これはスポーツ時の心拍管理用として商品化されているものであるが,腕に巻くだけで心拍が計測できるものである。これを従来の胸に装着する心拍計と同時測定を試行的に行った結果,実験中にもまったく違和感がない,との感想として得られた。最近,ジャケット型の心拍計付きのジャケットも販売されており,心臓により近い位置での測定できるため,精度の良い実験ができるのではないかと考えている。

今後の課題としては,検索過程のどの段階での迷いが,最終的にサイト検索後の心的負担により大きな影響を与えているか,解明することである。すなわち,検索直後に非常に迷った場合に,その悪い印象が検索の最後まで引きずってしまうのか,それとも最後の段階での迷いが,サイト検索が難しかった,と感じるかである。例えてみると「最初が肝心」か「終わりよければすべてよし」なのかは明らかではない。個人の感じ方,検索に要した総時間,全体の検索の難易度,など,複数の要因がサイト検索の主観評価に関係していると考えられる。実験協力者を増やしたり,検索難易度の異なるウェブサイトでの実験を繰り返したりして,その精度を上げていく。

<引用文献>

Junichi Iizuka, Akira Okamoto, and Kazunari Morimoto, A study on the usability of hierarchical structures in websites for the visually impaired, Studies in Science and Technology Vol.5, No.1, pp.13-22, 2016

<参考文献>

宮田 洋他, 新生理心理学 1 巻:生理心理学の基礎, 北大路書房, 1998

加藤 象二郎(著). 大久保 堯夫, 初学者のための生体機能の測り方, 日本出版サービス, 2006
日本人間工学会 PIE 研究部会, 商品開発・評価のための生理計測とデータ解析ノウハウ, エヌ・ティー・エス, 2017

芳賀 繁, メンタルワークロードの理論と測定, 日本出版サービス, 2001

5. 主な発表論文等

[学会発表](計1件)

岡本 明, 安田 輝男, 飯塚 潤一, 触覚と感覚表現語彙の照応関係の検討, ヒューマンインタフェースシンポジウム, p25, 2018

6 . 研究組織

(1)研究分担者

研究分担者氏名：岡本 明

ローマ字氏名：(OKAMOTO , Akira)

所属研究機関名：筑波技術大学

部局名：その他の部局

職名：名誉教授

研究者番号 (8 桁) : 10341752