

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 6 月 17 日現在

機関番号：12103

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2011～2014

課題番号：23500642

研究課題名(和文) 視覚障害者のユーザビリティを確保したウェブサイトの構造解明に関する研究

研究課題名(英文) A study to clarify the structure of websites establishing usability for 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) 2,400,000円

研究成果の概要(和文)：評価環境整備として、(1)実験協力者の様子を多角的に分析できる録画/録音システムの開発、(2)心的負担の評価手法NASA-TLXを視覚障害者向けに改良、(3)音声ブラウザ対応の記憶力測定ソフトウェアの開発、を行った。
これらにより、視覚障害者と晴眼者の短期記憶力に差があるとは言えない、という結果を得た。また、両者とも、検索時間と心的負担の間には強い相関があり、視覚障害者のウェブ検索における心的負担の値と傾向は、晴眼者のものと似ていることがわかった。検索時間がかかる要因を探るため損失度に関する定義式を提案した。

研究成果の概要(英文)：In order to improve the evaluation environment, we (1) developed a video/sound recording system to multidirectionally analyze the attitudes of subjects and/or cooperators, (2) modified the NASA-TLX (NASA Task Load Index) to evaluate the mental workload on visually impaired persons, and (3) developed voice browser software to help measure memory.
The results of this study show that there might be no difference in short memory between visually impaired persons and sighted persons. Furthermore, a strong correlation was observed between the search time and mental workload in both groups and the measurements and trends of the mental workload when searching the web were similar between the groups. We have presented a definitional formula for lostness in order to clarify the factors that require visually impaired persons to spend more search time than sighted persons.

研究分野：福祉工学、情報工学

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

1. 研究開始当初の背景

視覚障害者にとってパソコンは情報を入力できる貴重な機器であるが、パソコンのディスプレイを見ることができないため、そのままでは使うことができない。そこで、スクリーンリーダーや点字ピンディスプレイが開発されているが、現状は“何とか情報にアクセスできる”ようになったレベルである。たとえば、スクリーンリーダーや点字ピンディスプレイでは、情報はすべて「かな表記」になってしまい、漢字は表現されない。また情報が1次元的にシリアルに出力されるため、大きな表などは理解するのが難しくなる。さらに、図や写真などは、文字での説明がない限り内容が伝わらない。

一方、近年、生活に重要な多くの情報がインターネットを介して伝えられるようになってきており、この傾向は今後ますます増えてくることが予想される。ウェブサイトには図や写真が多用され、また階層構造を持つため、ウェブサイトの全体像を把握したり、現在の位置を理解したりするのは視覚障害があると容易ではない。

このような視覚障害者の情報取得の困難さを改善するために、国内外でさまざまなパソコンやウェブに関するガイドラインが制定され、米国リハビリテーション法 508 条、W3C、JIS X 8341-3 などが有名である。

しかし、これらのガイドラインは、障害者の情報のアクセシビリティ確保を目的としており、情報をわかりやすく入手できるようにするためのユーザビリティ向上については言及されていない。またユーザビリティについては ISO9241-11 で定義されているが、健常者を対象にした内容であり、障害者にも有益かどうかかわかっていない。

研究レベルにおいても、健常者を対象にしたウェブの満足度調査などがわずかにあるだけで、視覚障害者を対象にしたものは、国内外の主要学会などでの発表もなく、関連論文も見当たらない。

2. 研究の目的

情報化社会における基幹の情報源である多様なウェブサイトをも、視覚障害があってもわかりやすく利用できるようにするのは社会的な要請であり、研究テーマとして早急に着手すべきものと考えた。

研究代表者らは上述の課題認識に基づき、これまで、ユーザビリティを“ユーザーの満足度”と定義したとき、満足度はある程度心的負担の大小で表すことができると考え、心的負担を測定できる評価法である“NASA-TLX”を視覚障害者に適用することを試みた。その結果、検索時間と心的負担には正の相関があり、検索時間の大小がユーザビリティの良否を表している可能性があることを明らかにしてきた。

そこで、本研究では、以下の内容について評価・実験を行い、視覚障害者向けにユーザ

ビリティを向上させたウェブサイトの構造を解明することを目的とし、研究を進めた。

(1) 視覚障害者にとってのウェブ・ユーザビリティに関する評価方法の確立

NASA-TLX が視覚障害者のユーザビリティを正確に評価できるか明らかにする。

より正確で、簡便な評価手法がないか調査・評価する。

(2) 視覚障害者にわかりやすいウェブサイトの構造の解明とユーザビリティガイドライン策定

視覚障害者にとって使いやすいコンテンツの配置や階層構造を明らかにする。

視覚障害者のためのウェブ・ユーザビリティガイドラインを策定する。

3. 研究の方法

視覚障害者を対象とする研究においては、通常のみで観ることを前提とした評価手法が使えない。そこで、まず視覚障害者の特性を晴眼者と同様に評価できる環境整備を行った。

(1) “録画/録音システム”の開発

実験協力者の様子をより多角的に分析するため、“録画/録音システム”の開発を行った。これは、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、パソコン操作時の実験協力者の発話の録音、という4種類のデータを同時に収録できるものである。同種のシステムはこれまで学会などでも紹介されたことがない画期的なシステムである。デジタル録画できる仕様のため、実験時の様子を後日詳細に分析することが可能である。

これにより実験協力者がウェブサイトのどこで迷い、滞留しているのかを記録することができる。Windows 画面と実験協力者の操作の様子を同時に録画した画面例を図1に示す。

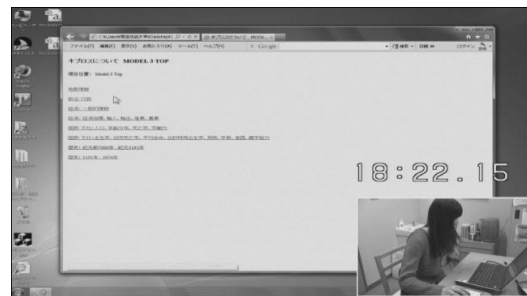


図1. 録画/録音システムによる録画面

(2) 音声対応記憶力測定ソフトウェアの開発

記憶力テストには、様々なものが開発されているが、いずれも印刷物や画面を見ながら回答するものである。しかし、視覚障害者は、これらを見ることができない。

そのため、スクリーンリーダーに対応した記憶力測定用ソフトウェアを新規に開発した。ソフトウェアを起動すると、ピープ音が鳴動し、ディスプレイ画面中央に数字入力領

域が表示され、スクリーンリーダーの合成音声で複数個の数字列が読み上げられる。入力した数字も読み上げ、最後にピープ音を出力するようにした。読み上げられた数字列を記憶し。それを入力している画面例を図2に示す。

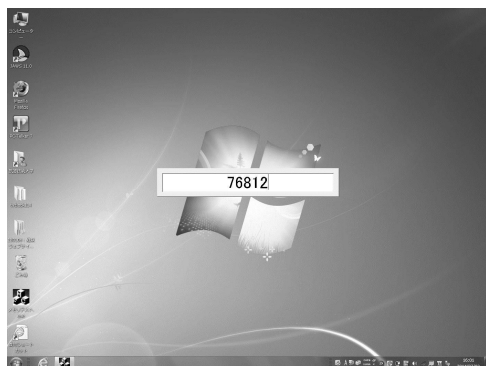


図2. 音声対応記憶力測定ソフトの画面

(3) 心的負担評価手法の改良

まず、心的負担の代表的評価手法である NASA-TLX を視覚障害者にも使いやすいように、評価基準の表現を先行研究を参考に書き換え、それを点訳して、実験時にいつでも読めるようにし、評点は答えやすいように10段階評価にした。

(4) 疑似ウェブサイトの制作

一般に公開されているウェブサイトは、画面がカテゴリー別に分割されていたり、広告・宣伝のパナーが多用されていたりするので、ウェブサイトの構造についての基礎的評価に使用するのには不向きである。

そこで、今回、最下層に表示される語数は64項目と共通にし、階層の広がりと深さを変えた5つのウェブサイトを新規に試作した。具体的には、

Model 1: 2×2×2×2×2 Tree 構造

Model 2: 4×4×4 Tree 構造

Model 3: 8×8 Tree 構造

Model 4: 4×16 Tree 構造

Model 5: 16×4 Tree 構造

である。Model 2 の 4×4×4 とは、トップページに4つのジャンルを表す語群、2階層目に中項目としての4つの語群、最下層の3階層目には検索対象となる4つの単語とその説明文があることを意味する。各ページ内の情報は、スクリーンリーダーで情報が探しやすいよう、1行目に今いる階層の名称、2行目にパンくずリスト、3行目以降に選択項目、とシンプルな配置にした。

(5) 実験協力者の統制

視覚障害に関する研究では、研究テーマに適した視覚障害者を一定人数確保することが難しい。本研究は、ウェブの検索効率を評価するため、実験協力者はパソコンが使える、かつスキルが均質であることが必要である。

そこで、筑波技術大学の情報システム学科で学ぶ学生9名(21.0±0.9歳)の協力を得た。全員がパソコン操作にはスクリーンリーダー

を常用している視覚障害者である。一方、晴眼者は、つくば市の大学生13名(20.8±3.6歳)である。いずれの学生も日常的にレポート作成や情報収集にパソコンをよく利用しており、オフィスソフトウェアやブラウザの操作には精通している。

4. 研究成果

(1) 記憶力について

今回の晴眼者と視覚障害者の記憶力評価に対するt検定の結果から、「晴眼者と視覚障害者の記憶力に差があるとは言えない」という結果が得られた。これは、「視覚障害者は、すぐに目で確認することができないので記憶力が良い」という俗説を否定するものである。

(2) ウェブ検索時間と心的負担の関係

晴眼者の5つの階層モデルを検索したときの検索時間と NASA 評価値の相関は非常に高かった。これは、我々のこれまでの研究と同じく、検索時間が長いと心的負担も大きいということを示している。視覚障害者の検索時間と NASA 評価値の相関も晴眼者と同様に、非常に高かった(図3)。

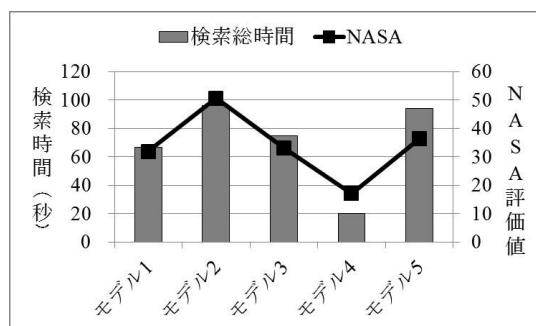


図3. 視覚障害者の検索時間と NASA 評価値

これは、晴眼者、視覚障害者とも、短時間でできるタスクほどストレスを感じず、時間がかかるタスクほどストレスを強く感じるという、日常生活でも感じる結果と一致している。

ただし、晴眼者と視覚障害者の検索時間を比較すると、晴眼者が一読して情報を選択できるのに対して、視覚障害者は1行ずつスクリーンリーダーで読み上げさせながら情報を確認するので、晴眼者に比べどのモデルにおいても非常に時間がかかっていることがわかる(図4)。

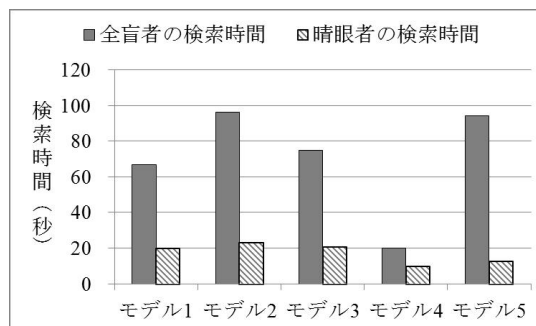


図4. 視覚障害者と晴眼者の検索時間

しかし、視覚障害者と晴眼者の NASA 評価値を比較すると、傾向は似ており、相関係数は 0.71 と高い値となった（図 5）。

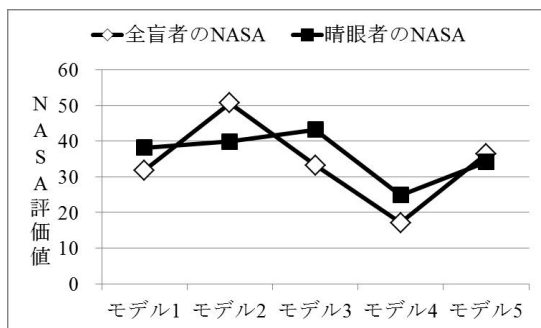


図 5 . 視覚障害者と晴眼者の NASA 評価値

すなわち、晴眼者が心的負担を感じるモデルは、視覚障害者も同様に心的負担を感じていることになる。図 4 の検索時間と図 5 の NASA 評価値の結果を見比べてみると、視覚障害者は晴眼者に比べて、検索に非常に時間がかかったにもかかわらず、その時に感じる心的負担は、晴眼者の何倍にもならず、同程度であったことになる。これは非常に興味深い結果である。

つまり、視覚障害者は長時間の検索に対する耐性が晴眼者に比べて強く、いわば我慢強いといえるかもしれない。

(3) 階層モデルについて

今回、階層を変えた 5 モデルを制作し、その検索時間や心的負担を調査した。調査前に次の仮説を立案した。

視覚障害者は、画面情報をスクリーンリーダーで一一つ確認するため、一画面の表示情報数が少ない、すなわち“狭く深い階層構造”の方が効率的に検索できる心的負担も少ない。一方、晴眼者は一読性の良い“広く浅い階層構造”のほうが効率的に検索できる心的負担も少ない

晴眼者、視覚障害者とも、Model 4(4×16)が最も短時間に情報検索でき、心的負担も一番小さい。これはインタビューの結果からも、トップページにおおまかな分類があり、その下に、探している情報がある浅い構造が、探しやすく好まれたと考えられる。しかし、Model 2(4×4×4)のように、2 階層目にさらに選択肢があると、晴眼者、視覚障害者とも適切なジャンルを更に探すために検索時間がかかり、確実に選択できたかどうか不安もあったため心的負担は大きくなった、と考えられる。

Model 4 と同じ 2 階層構造でも、トップページに選択肢が多い Model 3(8×8)や Model 5(16×4)は、ジャンル分けが細くなったために、最初の選択に時間がかかり、かつ迷ったり不安を感じたりしたことにより心的負担が大きくなったことが考えられる。狭く深い階層構造の Model 1(2×2×・・・)は、晴眼者にとっては、検索時間もかかり心的負担も高めだったのは、操作回数が多く、なかなか情報にたどり着けなかったもどかしさによ

る結果と考える。これに対して、視覚障害者にとっては、Model 4 に次いで短時間で検索できる心的負担も少ない結果となった。これは各階層での選択肢が少ないので、スクリーンリーダーで短時間に読上げられる達成感が、階層を深くたどる面倒さを上回ったと考えられる。

これらの結果から、前述の仮説は棄却された。

(4) LOSTNESS (損失度) について

検索時間がかかるのは、情報を熟読しているためか、迷っているためか、を判断する LOSTNESS (損失度) に関する定義式を新たに提案した。

先行研究では、単に検索過程において、どのくらい異なる場所を何度も検索したかと、どのくらい無駄な新しいところを検索したか、についてだけ考慮していた。

今回、これを簡素化して、最短経路に比べて、どのくらい多くの経路を探索したか、つまり、同じか新規かを問わずうろろうしたか、という度合いを導入した。この定義式を実際のウェブサイトでの検索実験データに適用したところ、検索における「迷い」をより実際に近く判定できることを確認した。

5 . 主な発表論文等

〔学会発表〕(計 2 件)

飯塚 潤一、岡本 明、ウェブ検索時の視覚障害者の心的負担の考察 (1) 記憶力、検索効率の晴眼者との比較、ヒューマンインタフェースシンポジウム 2014、2014 年 9 月 12 日、京都工芸繊維大学(京都府京都市)

岡本 明、飯塚 潤一、ウェブ検索時の視覚障害者の心的負担の考察 (2) “迷い (Lostness)” の測定尺度の検討、ヒューマンインタフェースシンポジウム 2014、2014 年 9 月 12 日、京都工芸繊維大学(京都府京都市)

6 . 研究組織

(1) 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：9 0 4 3 6 2 8 8

(2) 研究分担者

岡本 明 (OKAMOTO, Akira)
筑波技術大学・名誉教授
研究者番号：1 0 2 5 4 5 6 7