

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 3 月 31 日現在

機関番号：16301

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2011～2013

課題番号：23501155

研究課題名(和文) ロービジョン適応型 e - ラーニングシステムの構築に関する基礎研究

研究課題名(英文) Basic Research of Constructing e-Learning System for Low-Vision Users

研究代表者

川原 稔 (KAWAHARA, Minoru)

愛媛大学・総合情報メディアセンター・教授

研究者番号：50224829

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 4,100,000円

研究成果の概要(和文)：ロービジョン者の視覚特性(最小分離閾、コントラスト感度、コントラストポラリティ効果、有効線幅)および教材表示装置(電子黒板)の表示特性を捉え、それらに基づいて教材の提示環境(教室照度、座席配置)および教材特性(文字サイズ、コントラスト、線幅、配色)を規定して、提示された教材をロービジョン者が無理なく視認できる学習環境を構築する手法を開発した。さらに、ロービジョン者にとって印刷文字を閲覧する際の文字サイズが読書速度に大きな影響を与えるため必要とされている最適な文字サイズの決定法を、コントラストと文字サイズを組み合わせたチャートを用いて簡易かつ短時間に推定する手法を開発した。

研究成果の概要(英文)：We have made researches and developments for building an optimal environment that supports low-vision users to use output devices such as displays to be used in e-learning. And technology methods to measure easily precisely the visual characteristics of users by using information devices.

研究分野：総合領域

キーワード：視覚特性 ロービジョン 情報デバイス eラーニングシステム

1. 研究開始当初の背景

視力矯正したとしてもなお、新聞を読むというような日常生活の行動に困難がある視覚の状態はロービジョン (low vision) と呼ばれる。平成 18 年の厚生労働省の統計「平成 18 年身体障害児・者実態調査結果」によると、「視覚障害者手帳」の 2 級から 6 級までを取得している者はおよそ 18.8 万人である。それに加え、老化等に起因するロービジョンのように、この制度で認定されないロービジョンも国内には多く存在すると推測される。一方、総務省の 2003 年の「障がいのある方々のインターネット等の利用に関する調査報告書」によると、視覚障がいをもつ人の 63.3% がインターネットでの情報検索ができる状況であり、Web を活用して社会に参加したり、e-ラーニングシステムを活用して学習をしたりする状況は更に広がっていると考えられる。

しかし、これまで視覚障がい者の Web コンテンツ利用におけるユーザビリティの研究に於いては、全盲者、ロービジョン者、晴眼者について Web インタフェースの影響を実証的に検討した研究は不足している。研究代表者らのこれまでの研究で、全盲者は聴覚や触覚により情報保障を行わなければならないのに対して、ロービジョン者は表示デバイスが見え難い状況であっても視覚に基づく情報取得を行なうことが判明している。

そこで、本研究ではロービジョン者が e-ラーニングを効率的に利用できるように、多くのロービジョン被験者から得られたデータに基づいて、それぞれの視覚の状態に最適化されたパソコン等の情報端末操作環境を構築するための要素技術を実証的に検証して確立することが必要であった。

2. 研究の目的

本研究に於いては、視覚特性を医療機器等の特殊な装置を用いることなくコンピュータで一般的に用いられる周辺デバイスのみを用いて同定するための要素技術の開発と、同定された視覚特性に基づいて最適な情報端末操作環境を構築する要素技術の開発を行い、e-ラーニングシステムのインタフェースに必要な基本的機能を満たせるようにする。ロービジョンの視覚特性は千差万別であるため、ロービジョン者の情報端末操作環境を最適化するには、まず、対象となるロービジョン者の視覚特性を明らかにする必要がある。このとき、医療機器等の特殊な装置を用いたのでは、e-ラーニングシステム側で計測することが困難となるため、一般的な周辺デバイスを用いて計測を行なえるように、様々な実証実験を通してロービジョンの見え難さを規定し、視覚特性として捉えられるようにする。これにより、e-ラーニングシステムの使用開始時に、ロービジョン者が自身

の情報端末で計測を行なうことにより、システム側で視覚特性を把握できるようになると考えられる。

次に、得られた視覚特性に基づいて、解像度、文字サイズ、配色等の表示特性を最適化し、部分拡大機能やマウスの視認性を高めるツールの処方を行う等の操作特性を最適化することで、情報端末操作環境が最適化されると考えられる。

本研究では、e-ラーニングシステムに於ける基本的なインタフェースに対して、視覚特性に適應した表示特性および操作特性を同定する手法について、様々な実証実験を通して構築することを目的とした。

3. 研究の方法

ロービジョンは各人各様であり同じカテゴリに分類される症状でも一括りに扱うことができず、それぞれの視覚特性に適應した操作環境を設定する必要があることが判明している。脳に於ける視覚情報処理は部分的には解明されてはいるが、欠落した視覚情報を脳が補うメカニズムが完全に解明されている訳ではなく、医療情報から生体機能シミュレーションを行なうことで操作環境を最適化することは現段階では困難である。更に、ロービジョン者からの聞き取り調査では、先天性のように晴眼者と等しい視覚を得た経験がない場合には正常な視覚との比較自体が無効であり、症状の説明ができないため被験者からの積極的なフィードバックを得ることができない。例えば、先天性網膜収縮のロービジョン者に像の歪み具合について説明を求めても応えることができない。そこで本研究では、ロービジョンの見え難さを e-ラーニングシステムのユーザビリティに影響を与える視覚特性パラメータとして同定し、実際の症状が理解できないまでも共通の指標を共有することで、ユーザビリティを高めていくという手法を取った。特殊な入出力デバイスを用いるのでなければ、情報端末の周辺デバイスとして一般の e-ラーニングシステム利用者は、ディスプレイや携帯端末等の表示デバイスを出力デバイスとして使い、キーボードやマウス、タッチパネル等を入力デバイスとして用いられる。よって、本研究で扱う視覚特性は、一般的な表示デバイスによる視刺激を与えてその反応により捉える手法を取り、以下に述べる方法で視覚パラメータを同定し、効果的で正確な計測法も併せて研究開発した。

視覚情報処理に影響を与えるものとして知られる視刺激に基づいて、表示デバイスで表示可能、かつ、プログラム制御可能である視刺激を選択し、計測プログラムを制作してロービジョン被験者に適用する。このとき、視刺激に対する反応速度や判別可否等を見え難さの値として記録し、統計処理により有意な視覚特性パラメータとなるか検証する。

具体的には、分解能、コントラスト感度、コントラストポラリティ効果、文字サイズ、線幅・線種・線色等である。視覚特性パラメータの同定ための計測では、周囲の環境の影響を排除するため、図1のようにヘッドマウントディスプレイ（Head Mount Display 以下HMD）を表示デバイスとして用いた。規定された視覚特性パラメータの計測手法の確立視覚特性パラメータとして有効であると認められたものについて、計測手法についての検討を行なう。この時点で既に、視覚特性パラメータを同定する際に計測プログラム等が制作されてはいるが、表示デバイスの表示性能の制約がある下でも安定した特性値が得られる計測法を開発していく。そして、視覚特性パラメータの同定で用いた環境を標準とすると、利用者の表示デバイスで得られる視覚特性は、標準環境の表示特性に表示デバイスの表示特性を含んだものになると考えられるため、それが表示デバイスのキャリブレーション済みの値として捕捉できているかの検証を行なう必要があり、それも併せて行なっていく。これを、電子黒板等の表示装置でロービジョン者に対する資料提示法の最適化手法の開発も行った。



図1 HMDによる視覚特性計測

次の段階として、表示デバイスに表示する閲覧に最適な文字サイズを計測する手法の研究開発を行った。印字文字を閲覧する際の視条件を評価する手法としてMNREAD(日本語版MNREAD-J)が標準として使用されている。MNREAD-Jは、10字×3行、8文字の漢字、22文字のひらがなから成る統制された刺激文を、文字サイズを減少させながら読書速度を計測していき、読書速度が落ち込む文字サイズを臨界文字サイズ(Critical Print Size 以下CPS)と呼び、CPSを最適文字サイズと推定する手法である。この手法は読書速度を計測していく方法を取るため、多くの時間を要するものである。これに対して本研究では、文字のサイズとコントラストとを組み合わせた評価チャートを用いて視認限界点を計測し、計測結果に演算を加えることでCPSを推定する手法を考案し検証実験を行った。

4. 研究成果

本研究課題に於いて多大な成果を得たのが以下の2件である。

視覚特性評価に基づいた電子黒板への教材提示法

本研究では、ロービジョン者の視覚特性(最小分離閾、コントラスト感度、コントラストポラリティ効果、有効線幅)および教材表示装置(電子黒板)の表示特性を捉え、それらに基づいて教材の提示環境(教室照度、座席配置)および教材特性(文字サイズ、コントラスト、線幅、配色)を規定して、提示された教材をロービジョン者が無理なく視認できる学習環境を構築する手法を提案した。

視覚特性の計測には、表示装置を用いて表示に対する反応時間に基づいて、有意な変異を検出するアルゴリズムを独自開発して、最小分離閾、コントラスト感度、コントラストポラリティ効果、有効線幅を高精度に導出可能である。導出された指標を用いて、電子黒板での表示文字サイズを固定したときに視認に最適となる距離を算出して各ロービジョン者の座席配置を決定することで、多人数のロービジョン者が同時に学習を行う場合でも、最適な視認環境が得られるようになった。

更に、導出された指標は、ロービジョン者に視認性が高い教材を作成するための指針にもなり、この指針に基づいて作成された教材・座席配置を用いた検証実験では、ロービジョン者から最も支持される結果となった。

こうして開発された手法は、コンピュータのプログラムを用いて簡易に視覚特性を計測することができ、ロービジョン者に対して学習教材作製および座席配置を最適に行うことを可能にするものであり、経験豊富な熟練者でなくともロービジョン者に効果的な学習環境を提供できる有用な技術となった。

印刷文字を閲覧する際の視条件評価チャートの提案

文字のサイズ(0.1 logスケールで減少、14種)とコントラスト(0.1 logスケールで減少、22種)とを組み合わせた図2のような評価チャートtConChartを用いて視認限界点を計測し、最大視認限界点を100%として正規化すると図3のようなtConChart曲線が描ける。MNREAD-Jによる読書曲線も図2上に示すと、これらの関係は、tConChart曲線に0.2 logの補正をかけたときに最も高い相関を示した。その結果、補正したtConChartの領域の70%程度に位置する文字サイズがCPSとよく一致した。この手法に関する検証実験を106名の学生に対して行い、CPSと評価チャートとの相関を調査することにより有効性

を示した。

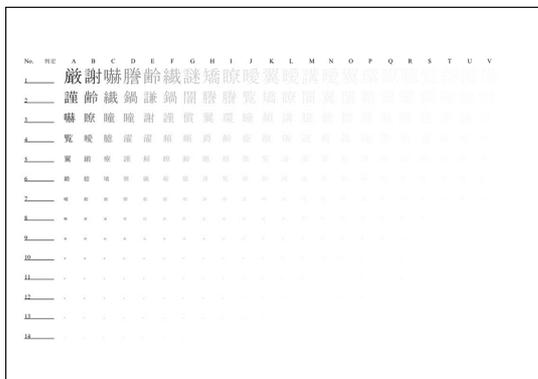


図2 tConChart

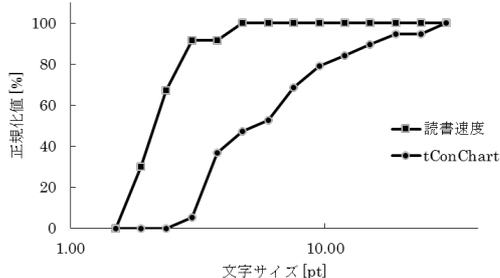


図3 読書速度と tConChart 曲線

MNREAD-J では、読書速度を計測するのに 20 分程度の時間が必要であり被験者に負荷が高いものといえる。これに対して、評価チャートでは計測と結果記入の時間込みでも 1 分 30 秒程度の平均時間で終了するため被験者の負荷を低く抑えられ、迅速に最適文字サイズを推定することができる。この手法は、各種の表示デバイスにも適用可能で、表示文字サイズの最適化を短時間で行うことができるため、ロービジョン対応だけでなく表示最適化に適用することも可能であり様々な分野で有用である。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕(計 2 件)

高橋信行, 川原稔: 印刷文字を閲覧する際の視条件評価チャートの提案, 日本ロービジョン学会誌, Vol.14, pp.58-67, 2014.

高橋信行, 川原稔, 佐々木隆志, 苅田知則: 視覚特性評価に基づいた電子黒板への教材提示法, 日本ロービジョン学会誌, Vol.12, pp.42-54, 2012.

〔学会発表〕(計 1 件)

高橋信行, 佐々木隆志, 川原稔: Web デザインが視覚障がい者のユーザビリティに与える影響についての一実証報告,

電子情報通信学会技術研究報告 ET, 教育工学, Vol.111, No.213, pp.41-46, 2011/09/15.

〔産業財産権〕
出願状況 (計 1 件)
出願準備中

6. 研究組織

(1) 研究代表者

川原稔 (KAWAHARA, Minoru)

愛媛大学・総合情報メディアセンター・教授

研究者番号: 50224829