眼球運動を用いた可読性評価 -サッカードと注視時間による解析- Legibility evaluation with oculomotor analysis -Analysis by saccade and gaze duration-

○齋藤大輔^{1,2}, 齋藤恵一², 齋藤正男², 東吉彦¹, 犬井正男¹

1. 東京工芸大学大学院工学研究科ハイパーメディア研究センター,

2. 東京電機大学先端工学研究所

○Daisuke Saito^{1,2}, Keiichi Saito², Masao Saito², Yoshihiko Azuma¹ and Masao Inui¹

1. Center for Hyper Media Research, Graduate School of Engineering, Tokyo Polytechnic University,

2. Research Center for Advanced Technologies, Tokyo Denki University

1. はじめに

高度情報社会が到来し、誰もが情報機器の使用を余儀なくされている。さらに、急速に少子高齢化が進み、高齢者も情報機器を使用して情報取得を行わなければならない。高齢者の情報機器の使用は、身体・認知機能の低下により様々な問題が発生し、情報機器側に配慮がない場合には情報取得が行えない。現在の情報機器はディスプレイを介して情報を提供するものが多くの割合を占め、さらに視覚機能は加齢により低下することから、視覚認知機能について詳細に検討し、情報取得時の高齢者を支援する必要がある。そこで本研究では、注視点計測により Web サイトを想定した文章を読んでいるときの注視点移動を計測し、サッカードと注視時間に着目して可読性評価を行った。特に、無彩色に着目し大手検索サイトや官公庁などで多く使われ、可読性の良いとされる白色背景(#FFFFFF)で文字色の輝度が背景色より低い課題(ポジティブ配色)およびその反対色である黒色背景(#000000)で、文字色の輝度が背景色よりも高い課題(ネガティブ配色)の場合について検討した。

2. 実験方法

被験者(10名、平均年齢22.9歳、色覚健常者)には、画面照度を100 lxに設定した部屋で、CRT画面(EIZO Flex Scan T566, 17インチ, sRGBモード)に30文字×13行、1行あたりの漢字出現頻度20~30%に統一した文章を内容を理解しながら黙読するように指示し、課題終了後に簡単な内容確認を3択形式のテストで行った。被験者と画面の距離は110 cmとし、フォントは視認性に影響がないとされる視角25分以上となるように文字サイズを24pt、通常Webサイトで使われるMS Pゴシックとした。背景色と文字色は、Table 1に示すように、コントラストが25.0%、50.0%、75.0%、92.5%となる4段階の無彩色を文字色として実験を行った。さらに、前景色の出現順による黙読時間への影響をなくするため、課題提示の組合せを無作為の順で提示した。測定は、非接触型眼球運動測定装置を用い、文章黙読時の視角を1/30 s間隔で測定し、得られた視角から注視時間およびサッカードを算出した。

Table 1 Font colors and Background colors

Background colors	Font colors	Luminance Y_F [cd/m ²]	Contrast C [%]
#FFFFFF ($Y_B=73.0$ cd/m ²)	#CBCBCB	43.80	25.0
	#6A6A6A	24.30	50.0
	#636363	10.42	75.0
	#000000	2.86	92.5
#000000 ($Y_B=2.86$ cd/m ²)	#343434	4.77	25.0
	#555555	8.58	50.0
	#939393	20.02	75.0
	#FFFFFF	73.00	92.5

3. 実験結果および考察

読みにおけるサッカードの大きさは視角ではなく、文字数で定義される。したがって、文章の文字数を注視回数で除したものをサッカードとして算出した。算出したサッカードをFig. 1に示す。Fig. 1の横軸はコントラストを示し、縦軸はサッカードを示す。Fig. 1によると、ポジティブ配色およびネガティブ配色でコントラストが小さくなるにつれてサッカード

Fig. 1 Calculation of saccade

Fig. 2 Calculation of gaze duration

ドが小さくなる傾向が示された。これは、コントラストが低下することで小刻みに注視点移動が生じており、可読性が低下していることを示す。次に、視角から算出した注視時間をFig. 2に示す。Fig. 2の横軸はコントラストを示し、縦軸に注視時間を示す。Fig. 2によると、ポジティブ配色およびネガティブ配色でコントラストが小さくなるにつれて注視時間が長くなる傾向が示された。これは、コントラストが低下することで1回あたりの注視時間が長くなっていることを示し、視覚は注視している際に知覚認知することから、知覚認知過程で遅延が生じたためと考える。

先行研究において、文章の難易度によりサッカードは変化し、難解な場合にはサッカードが短くなることが報告されている。今回の実験では、同一の本から文章を採用しているため、難易度は同じであると仮定しており、コントラストの違いが可読性に表れていると考える。さらにコントラストが低下することで注視時間が長くなっていることから、コントラストによる可読性の低下が知覚認知過程で生じていることを示した。

4. おわりに

眼球運動からサッカードおよび注視時間を算出することでポジティブ配色とネガティブ配色においてコントラストが異なる文章の可読性を評価した。その結果、どちらの配色においてもコントラストが低下することでサッカードは小さくなり、注視時間が長くなる傾向が示された。以上のことから、コントラストの低下により可読性の低下することを示し、さらに、知覚認知過程において遅延していることを示した。しかし、現在のディスプレイはフルカラーであることから、今後は色差についての検討および高齢者についても検討する予定である。

謝辞

本研究の一部は、文部科学省ハイテク・リサーチ・センター整備事業(平成17年度~平成21年度)による助成および文部科学省科学研究費補助金(若手研究(B) 課題番号19700206)により行われた。