

高速逐次視覚提示された文章の最適表示時間と快適速度

情報・通信工学科 学籍番号:1311163 寺田研究室 肥後 亮佑

1 背景

電光掲示板で表示される文章は表示範囲の制限により横スクロールで表示されることが多い。スマートウォッチなど小さな画面では長い文章を読むことは容易ではない。このように表示範囲が限られている場合に文章を読む時には通常の文章の表示方法（固定長改行レイアウト）で表示するのは困難である。今後、デジタル携帯端末がさらに小型され、IoTなどでさまざまなものに画面や通信機能やデジタルの要素が組み込まれるようになることを考えると、小さい画面で多くの情報を素早く得ることは有用であると考えられる。

2 目的

本論文では日本語の文章を文節で分割し、高速逐次視覚提示で表示して読む場合の表示速度を最適化して、実際に速く、快適に読むことができたかを評価することを目的とする。

そのためにまず予備実験を行い、人が日本語の文章の文節を読む速度を計測し、その結果から日本語の文章の文節を読む時間に影響する要素を決定して回帰式を求める。この回帰式を利用して高速逐次視覚提示で文節を表示するときの表示時間を最適化する。

3 関連研究

3.1 RSVP

眼球を動かさずに文章を読む手法として高速逐次視覚提示（Rapid Serial Visual Presentation, RSVP）がある。この手法では視点を固定したまま表示される文字が切り替わっていきという表示方法で、読み速度が2倍に向上したという結果が得られた [1]。



図1 RSVPの例

3.2 ESP

RSVPでは文字を表示する時間間隔が一定であり、これを文章を読む人は変更することができなかったが、ESP

(elicited sequential presentation)では読者がボタンを押すによって次の単語を表示するようにした。これによりRSVPより47%速く文章が読めることが示された。さらに、単語の長さ并表示時間の間に相関関係があることを示した [2]。

3.3 文節で改行する電子リーダー

小林らは文章を意味的な区切りである文節で改行して表示する電子リーダーを提案した [3]。この電子リーダーでは読み手が表示された文章をスクロールする必要があるが、固定長改行レイアウトと比べて読み速度が29%向上したことを示した。

3.4 ページ送りと改行がない電子ブックリーダー・インターフェース

川崎、中田はページ送りと改行がない電子ブックリーダー・インターフェースを開発した [4]。このリーダーではRSVPで日本語の文章を分割して表示している、この分割された文章の表示時間は文字列の長さによって決まっており、長い文字列の方が長く表示される。

3.5 横スクロール速度の快適速度

水口、岡本は1行スクロールを基本とする電子ビューアを提案し、快適速度を求める実験を行った [5]。実験では、表示する文章を分かち書きした場合としない場合のときの快適速度を求めた。実験の結果、表示する文章を分かち書きした場合としない場合での快適速度に一定の法則が見られなかった。

4 提案手法

本論文では日本語の文章を最小の文節単位で分割して、その文節ごとの表示時間を最適化して高速逐次視覚提示する手法を提案する。文節によって最適な表示時間は異なると考えられるので、文節の文字数、難易度、漢字がどれだけ含まれているかなどの要素と表示時間との相関関係がどれだけあるかを予備実験によって調べ、その結果に基づいて最適な表示時間を決定する。

4.1 文節の表示時間に影響を及ぼす要素

文節の表示時間に影響を及ぼすと考えられる要素としては次のような要素が考えられる。

- 文節の文字数 – 文節に含まれる漢字の数
- 文節に含まれる漢字の数
- 文節の難易度

この3つの要素は独立していると考えられるので、それぞれを変数 X, Y, Z とすると、表示時間 T は次の回帰式で表せる。 a, b, c, d は被験者によって異なる値をとる。

$$T = aX + bY + cZ + d \quad (1)$$

4.2 予備実験

回帰式 1 で表現される表示時間のモデルが実際に成り立つかどうか調べるために予備実験を行う。

文節を自動で表示していると、読者が表示されている文節を読めないまま次の文節が表示されてしまう可能性がある。この実験では被験者がボタンを押して次の文節を表示するようにした。これによって、文節を読めないまま次の文節を表示することがなくなり、文節を読むのにどれだけ時間がかかっているかを測定することができる。ボタンを押す動作によって表示時間が長くなると想定されるが、この方法で影響が出る変数は切片の d だけだと考えられる。

4.3 実験結果

被験者は 20 代の男性 5 名と女性 1 名の合計 6 名であり、速読などを意識せずに自分のペースでニュースを読むように指示した。

合計約 350 個の文節を表示してもらった。得られたデータから明らかな外れ値を除いて、残ったデータの中の最新の 300 件を利用して重回帰分析を行ったところ漢字の影響は無視できることが分かったので、変数 c を減らして、次の回帰式にした。

$$T = aX + bY + d \quad (2)$$

この回帰式に対して重回帰分析を行うと表 1 の結果が得られた。

表 1 重回帰分析の結果

被験者	重相関 R	重決定 R^2	補正 R^2	a	b	d
A	0.225	0.0506	0.0442	7.60	9.66	245
B	0.632	0.399	0.395	48.8	174	178
C	0.315	0.0995	0.0934	13.6	12.0	296
D	0.747	0.557	0.554	54.3	160	181
E	0.501	0.251	0.246	30.2	67.8	665
F	0.295	0.0873	0.0811	11.3	41.2	316

5 評価実験

予備実験によって得られた回帰式に基づき被験者ごとに最適な表示時間で RSVP を行うが、予備実験では文節を見てスペースを押すという動作が入っており、自動で表示される RSVP とは最適な表示時間に僅かな差があると考え、回帰式の切片を被験者に調節してもらおうという方法で快適速度を求める。比較対象として、固定の文字数を一定の時間間隔で RSVP するという方法でも快適速度を求めた。

5.1 実験方法

まず実験に使用する 2 つの表示方式の特徴を表 2 にまとめた。

表 2 2 つの方式の特徴

	表示文字数	表示時間
文節最適方式	文節の文字数	回帰式で最適化した時間
固定長方式	5 文字	一定

文節最適方式とは予備実験から得られた回帰式を用いて表示する文節の表示時間を最適化する方式であり、固定長方式とは文章を 5 文字で区切って同じ時間間隔で表示する方式である。

被験者は予備実験に参加した 6 名である。快適速度を求めた結果を以下の表にまとめた。この表から、一分間で快適に読むことができる文字数が分かる。

表 3 RSVP における快適速度

被験者	文節最適方式 (文字/分)	固定長方式 (文字/分)
A	1200	1200
B	586	353
C	2640	3000
D	513	500
E	385	375
F	743	500

6 結論

文節最適方式と固定長方式では読み速度が向上した人や、遅くなった人がおり、長い文節を表示した時に発生するサッカードの影響だと考えられる。この対策としてはサッカードが起こると考えられる文節ではその文節を更に細かい単位に分割して表示することが考えられる。

7 今後の課題

文節の難易度という指標ではなく文章全体や文の複雑さなどの情報も得られれば、さらに良い表示時間で日本語の文章を表示できると考えられる。またサッカードが起こると考えられる長い文節の場合だけその文節を分割して表示することでさらに快適速度が向上するのかを検証する必要がある。

また、アイトラッキングができる機器を使用してこの手法で実際に視点がどのように動いているのかを分析することでさらに詳しい分析ができると考えられる。

参考文献

- [1] Rubin, G. S. & Turano, K. "Reading without saccadic eye movements". *Vision Research*, 32, 895-905 (1992).
- [2] Arditi, A. "Elicited sequential presentation for low vision reading". *Vision Research*, 39, 4412-4418 (1999).
- [3] 小林潤平ほか: "文節間改行レイアウトを有する日本語リーダの読み効率評価", 人工知能学会全国大会論文集 28, 1-4 (2014).
- [4] 川崎祐一郎, 中田豊久: "ページ送りと改行が無い電子ブックリーダー・インターフェースの開発", 情報処理学会 インタラクション 2013 (2013).
- [5] 水口充, 岡本美之: "1 行スクロールを基本とした電子書籍ビューア", 情報処理学会研究報告, Vol.2014-HCI-157 N (2014).