

文節単位の文字配置と隔行単位の背景着色がもたらす 日本語電子リーダーの可読性向上

小林 潤平 †‡ 新堀 英二 † 川嶋 稔夫 ‡
 † 大日本印刷株式会社 ‡ 公立ほこだて未来大学

1 はじめに

文章を読み進める際の視点移動を効率化することで、読み心地や理解度を維持したまま速く読める日本語電子リーダーを提案する。

読者が読みやすいと感じる一行の長さは20～29文字程度であるが[1]、日本語標準組版のみならず、改行位置の調整や文節単位の階段状ベースラインや微振動の付与といった既存手法でも行長が短いほど読み速度は低下するため[2, 3, 4]、最大速度で読むためには一行40文字程度の長さが必要という課題があった。

そこで本研究では、文節にもとづく改行位置の調整、文節単位で文字ベースラインを階段状にずらす表示方式、ストライプ型の背景色、階段状のインデント、文節単位で文字を微振動させる表示方式を効果的に組み合わせることで、一行20～29文字程度でも一行40文字の場合と同等の読み速度を実現する表示方式を提案し、その効果を評価することとした。

2 提案手法

本研究で提案する表示方式を図1に示す。文節単位の視点移動を促すために、改行位置や背景色、文字ベースライン、行頭配置を次のように設定した。なお、本研究の表示方式は、既存研究で最も速く読める表示方式「文節単位の階段状ベースラインを有する文節間改行レイアウト[3]」に対して、行頭インデント、行頭文節の微振動、隔行単位の背景着色を付与し、行間隔を2.75倍に拡張したものである。

改行 一行の基準文字数を20, 29, 40の3段階に設定し、文献[2, 4]と同様に、それぞれ一行の基準文字数を超えない条件で最長となる文節間で改行した。行間は1文字分とした。

文字と背景 フォントは「ヒラギノ角ゴシック ProW3」、文字色は黒、文字サイズは4.4mmとした。画面全体の背景は白色、文字背景は白色(#ffffff)と灰色(#f5f5f5)の2色を交互に配置した。

文字ベースライン 文節単位で階段状になるように、文献[3]と同様に行頭から行末にかけて文字高の7.5%分

本研究では、読み心地や理解度を維持したまま自然と速く読むことができる日本語電子リーダーを提案する。

電子リーダーの設計にあたっては、人間の視覚特性に起因する読書中の眼球運動の特徴を考慮することが重要である。読書中の眼球運動は停留とサッカードの繰り返しであり、スムーズな視点の移動が読み効率の向上につながる。

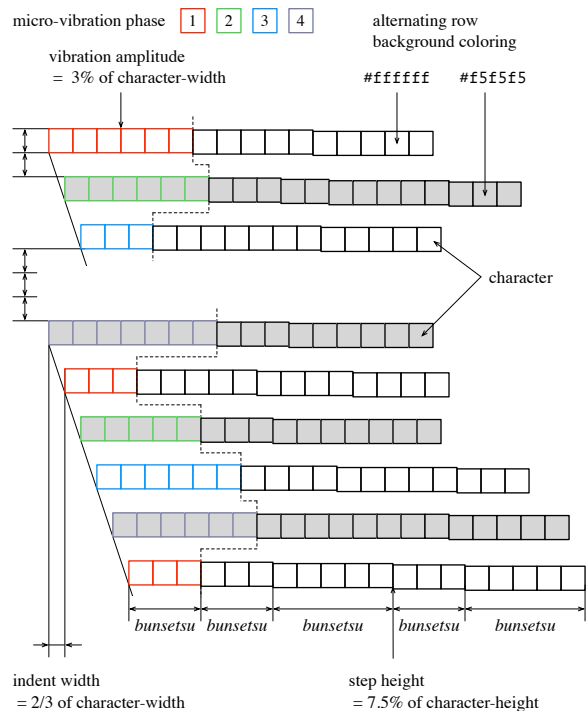


図1: 本研究で提案する表示方式。

ずつ下げた。なお、文字背景色も文字ベースラインと連動するために階段状となる。

行頭 階段状の傾斜をもつように、各行のインデント量を文字幅の2/3ずつ増やし、次段落の最初の文節で左端に戻した。また、行頭の文節には微振動を付与した。

Improved readability of e-reader Japanese text by *bunsetsu*-based character alignment and alternating row background coloring
 Jumpei Kobayashi †‡ Eiji Shinbori † Toshio Kawashima ‡
 † Dai Nippon Printing Co., Ltd. ‡ Future University Hakodate

微振動は「文字そのものをすばやく右方向に動かした後に、ゆっくりと元の位置に戻す」という動作を繰り返す文献 [4] と同様の表示方式であるが、本研究では行頭の文節のみに付与した。振幅は文字幅の 3%，周期は 1000 ms，位相は上下の文節で 250 ms ずらした。振動は実験終了まで継続し，途中で停止することはない。

3 実験

提案手法の評価基準を「文節単位の階段状ベースラインを有する文節間改行レイアウト [3]」とした。

被験者 大学生 11 名が，被験者として参加した。

刺激 電子リーダーは横書きの縦スクロール型を採用し，Apple 社製 iPad (画面サイズ対角 9.7 inch，画面解像度 264 ppi) の Web ブラウザ上で動作させた。呈示文章は星新一氏のショートショート作品とし，1 話の文字数が 2000 字程度の 12 話を用いた。

手続き 実験協力者 11 名について，表示方式，一行の基準文字数 (20, 29, 40 の 3 段階)，および刺激文章を変更しながら，読み速度と眼球運動を計測した。実験協力者あたり 1 話 1 回のみでの閲覧に制限するとともに，読む文章や読む順番を含む実験条件の組み合わせが実験協力者間で重複しないようにあらかじめ調整した。理解度を確認するために，文章を読み終えた直後に，熟読したり暗記しなくとも飛ばし読みをせずに読めば答えられる程度の簡単な質問を出題した。読後の質問に答えられなかった場合の計測データは棄却し，文章を変更して再計測した。

視線分析 被験者の目の動きは，nac 社製の視線検出装置 EMR-9 を用いて 1/60 s 間隔で計測した。分析手法の詳細については，文献 [4] を参照されたい。

4 結果

図 2 は，各表示方式における読み速度の変化を示したものである。縦軸は読み速度，横軸は平均行長，誤差範囲は標準誤差である。なお，図 2 に示す「(C) 文節間改行レイアウト [2, 4]」，「(D) 固定長改行レイアウト [1]」の値は「(B) 文節単位の階段状ベースラインを有する文節間改行レイアウト [3]」に対する換算値であり，各表示方式間の読み速度変化率から算出した。

図 2 より，「提案方式 (A)」が最も速く読める表示方式であることがわかった。評価基準である「(B) 文節単位の階段状ベースラインを有する文節間改行レイアウト」との比較では，一行の基準文字数 20 で $t[10] = 3.63$, $p < 0.01$ ，一行の基準文字数 29 で $t[10] = 2.61$, $p < 0.05$ と，その差は両側 5%水準で有意であった。また，一行 20~29 文字程度の行長でも，一行 40 文字の場合と同等の読み速度を実現できていることもわかった。

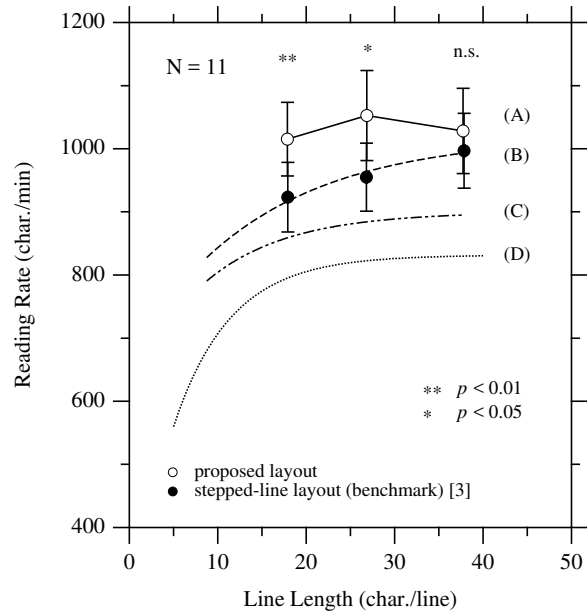


図 2: 各表示方式における読み速度と行長の関係。(A) 本研究にて提案する表示方式，(B) 本研究の評価基準である文節単位の階段状ベースラインを有する文節間改行レイアウト [3]，(C) 文節間改行レイアウト [2, 4]，(D) 固定長改行レイアウト [1]。

5 おわりに

文節間改行，文節単位の階段状ベースライン，ストライプ型背景色，階段インデント，行頭文節の微振動を組み合わせた日本語電子リーダーによって，既存研究の日本語電子リーダーでは読み速度の低下が避けられなかった一行 20~29 文字の行長でも，一行 40 文字の長い行長と同等の読み速度を実現できることがわかった。今後は，読み速度の向上要因を見出すべく，視線分析を進める予定である。

謝辞

公立はこだて未来大学 松原 仁 教授に機材の便宜をお借りいただくとともに，学生の方々に実験にあたって多大なご協力をいただいた。ここに感謝の意を表する。

参考文献

- [1] 小林潤平，関口隆，新堀英二，川嶋稔夫. 日本語リーダーにおける読み速度と眼球運動の行長依存性に基づく最適行長の検討. 電子情報通信学会論文誌 D, Vol. J99-D, No. 1, pp. 23-34, 2016.
- [2] 小林潤平，関口隆，新堀英二，川嶋稔夫. 文節間改行レイアウトを有する日本語リーダーの読み効率評価. 人工知能学会論文誌, Vol. 30, No. 2, pp. 479-484, 2015.
- [3] 小林潤平，関口隆，新堀英二，川嶋稔夫. 文節単位の階段状ベースラインを有する日本語リーダーの可読性. 電子情報通信学会論文誌 D, Vol. J99-D, No. 1, pp. 13-22, 2016.
- [4] 小林潤平，関口隆，新堀英二，川嶋稔夫. 文節単位を考慮した文字配置の工夫がもたらす日本語電子リーダーの可読性向上. 人工知能学会論文誌, Vol. 32, No. 2, pp. A1-24, 2017.