

文章読解時視線移動パターンからの特徴抽出 - 言語解析用情報の抽出に向けた検討 -

梅村 祥之 増山 繁

豊橋技術科学大学 知識情報工学系

1 はじめに

自然言語処理のアプリケーションの中で、近年研究が盛んなテキスト要約、可読性向上のための言語処理、テキスト検索などにおいて、今後、ユーザー適合処理や、処理の高度化を実現するために、言語処理結果の受け手である人間の特性に関する研究が必要となってくると思われる。テキスト要約におけるユーザー適合技術の必要性については、文献[10]で、次のように述べられている。すなわち、本来要約は目的志向（誰かが何かの目的のために読むから要約を作成する）なので、計算機によって要約する際もこれらの情報を与えなければ、要約読者の満足するものではない。ユーザー適合の1つとして実現されているものは、要約率であるが、それ以外については、まだ研究が進んでいるとは言いがたい。その理由は、そもそも読者の要求とは何か、あるいは、これをどう表現するかが難しいからである。ユーザー適合処理の必要性に関するテキスト要約での議論と同様のことが可読性向上のための言語処理や検索においても言えるであろう。

また、人間特性に関する知見の利用に関して、同文献[10]で、言語学、心理学、脳科学等の知見を取り入れた手法により、良い要約ができる可能性があること、および、工学的手法に言語学的根拠を与えられる可能性についての期待が述べられている。

以上の背景に基づき、文章の受け手である読者の情報取得行動を計測・分析することによって、ユーザー適合処理や処理の高度化の基礎となる知見を得るための研究を行っている。テキスト読解に関連した生体情報としては、視線、脳波、画面のブラウジング操作、発話プロトコル等がある。これらの中で、データの量と質の面から視線データに期待が持たれている。

文章読解時の眼球運動は、停留と跳躍から構成される。視線分析にあたって停留位置と停留時間が、様々な条件下で調べられている[1,2,8,9,11,13]。また、視線分析の結果を言語教育に応用する研究として、ネイティブの読者の視線と言語学習者の視線の比較[6,7]がなされている。言語処理に視線を応用し

たシステムの研究としては、文章読解時の視線からユーザーの迷いや理解度を推定[3]して電子辞書を提示するシステム[4]の研究がなされている。

まず、上記研究用に開発した視線計測装置について述べ、次に、ユーザー適合処理に関連する基礎的知見を得るために行った文章読解時の視線の動きの被験者による違いと、同じ被験者が文章を繰り返し読みしたときの特性に関する計測・分析結果を述べる。

2 文章読解時視線計測装置の開発

2.1 仕様・方式

ディスプレイに表示された文章を読解中の視線の計測用に、次の仕様：

- (1) 被験者の疲労を少なくし、1時間程度の計測を可能とする
- (2) 視線位置の文節を同定できる分解能を持つ

を満たすように視線計測装置の方式を選定する。

(1) 疲労低減

現在主流の視線計測方式は、眼球映像をカメラで捉え、検出した瞳孔位置から視線方向を推定する方式である。これらのうち、カメラを顔に装着する方式と、机上等に設置する非装着方式がある[5]。被験者の疲労低減のため、非装着方式を採用する。

(2) 分解能

視線位置の文節を同定できる分解能を満たすようにする。1文字からなる文節は、ほとんど出現しないため、1文字の分解能は必要なく、2文字を分解できる分解能を目指す。計測装置側の分解能は、カメラ系の分解能、被験者の体動によるノイズなどで決まるのに対し、文字数単位の分解能は、文章表示画面のフォントサイズを増減させることによって、調整可能である。フォントサイズを大きくすれば、文字単位の分解能は向上し、1文字単位の分解能も実現可能であるが、その反面、1画面に表示できる文字数が少なくなり、ページ送りに伴う被験者の負

担が増大する。今回、両者のバランスから、フォントサイズを調整し、1画面18文字×7行にて、2文字の分解能を満たすようにする。

2.2 計測例と計測精度

計測精度を調べるため、3文字おきに数字を配置したテキストを用い、1文字ずつ数字を読んでいったときの視線を計測する。図1に視線軌跡の計測結果を示す。2文字の分解能が得られている。

実際の文章を読んだときの視線計測の1例とし

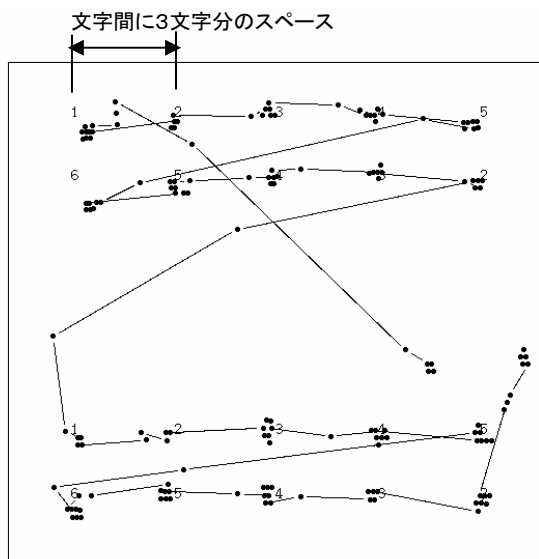


図1 テストチャートの視線軌跡
(フォントサイズは計測時と異なる)

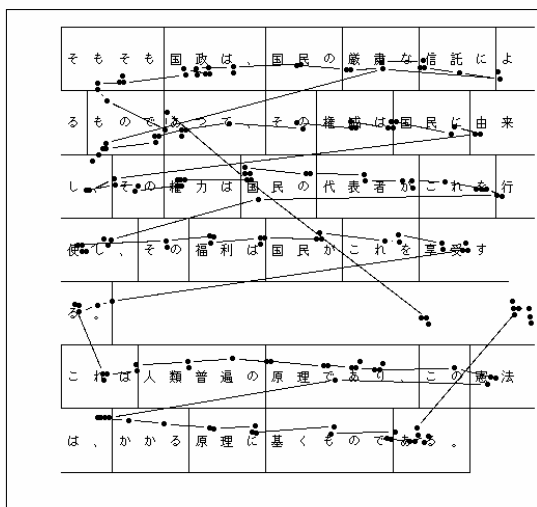


図2 文章読解時の視線軌跡の例
(矩形のブロックは文節の区切りを表す。計測時には表示されない。フォントサイズは計測時と異なる)

て、図2に日本国憲法序文読解時の視線計測例を示す。図中に視線軌跡と矩形ブロックを表示しているが、これらは計測時には表示されない。矩形ブロックは、JumanとKNPを用いて解析した文節の境界である。以下の解析は、視線位置を文節単位で集計した文節内視線存在時間に基づいて行う。文節の解析においては、人手による修正を行わないため、多少の解析誤りが混入している。

3 実験および分析

対象文書の内容に興味を持つ2名の被験者に、文書を2回読んでもらい、上記の視線計測装置で視線を測定する。初回および2回目の文書読解後、文書に対する興味を5段階で主観評価してもらう。測定条件の詳細を表1に示す。

表1 測定条件

表示画面	: 1ページあたり、18文字×7行
視距離	: 40cm
文書素材	: Webに掲載された日本史に関する論説文、8,797文字、2,248文節
被験者	: 2名(日本史に興味を持つ大学生と会社員)
回数	: 初回読みと、繰返し読み
主観評価	: 読解後、文書に対する興味を5段階評価

分析は、前述の文節内視線存在時間を用いて行う。上記4条件(2名の被験者×2回の読み)に対する文節内視線存在時間分布のヒストグラムを図3に示し、平均と標準偏差を図4(a)に示す。初回読みを被験者AとBで比較すると、ヒストグラム形状は異なるものの、平均と標準偏差の差は少ない。被験者Aでは、初回読みと繰返し読みで、平均、標準偏差、ヒストグラム形状とも似ているのに対し、被験者Bでは、初回読みに比べ、繰返し読みでは、平均、標準偏差とも大きく減少している。これら4条件に対する被験者の興味についての主観評価値を同図(b)に示す。繰返し読みで、被験者Aは興味が続いているのに対し、被験者Bは興味をなくしている。文節内視線存在時間の平均、標準偏差は、被験者の興味を反映していると思われる。

次に、被験者の注目した文節が、4条件で、どの程度一致しているかを調べる。そのために、文節内視線存在時間の長い上位数文節について一致率を評

価する。その際、文節内視線存在時間順に並べた文節に対する文節内視線存在時間のカーブに変曲点がないかどうかを調べる。図5に結果を示す。変曲点は見当たらない。そこで、上位100文節を採用し、文節一致率を評価する。結果を図4(c)に示す。同一

被験者による初回読みと繰返し読みでの文節一致率は、被験者それぞれ、35%および38%である。それに対し、被験者間の一致率は、若干下がり、初回読みで27%、繰返し読みで34%である。

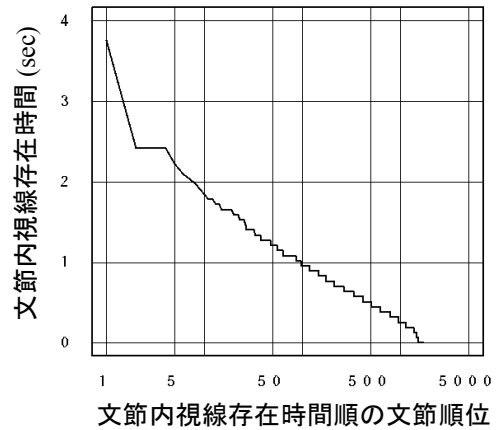
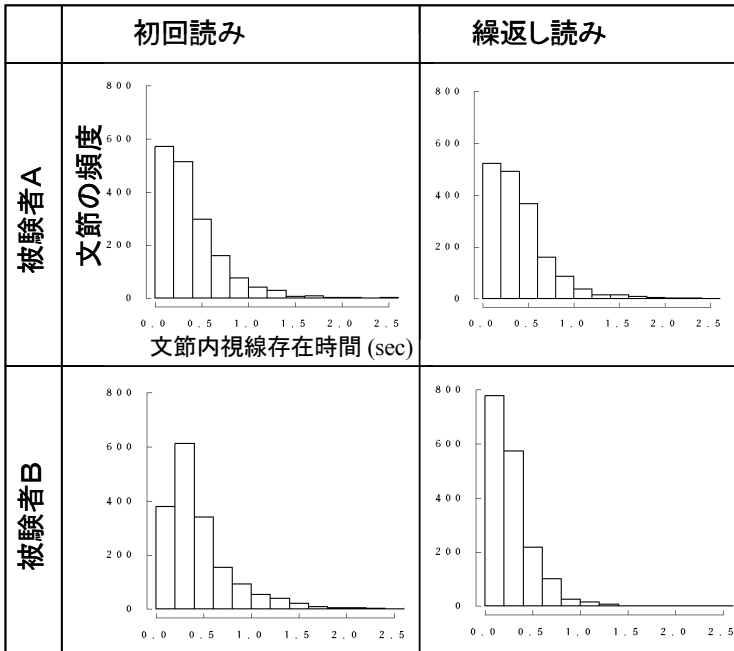


図5 文節内視線存在時間順の文節に対する文節内視線存在時間

図3 被験者2名による初回読みと繰返し読みにおける文節内視線存在時間のヒストグラム

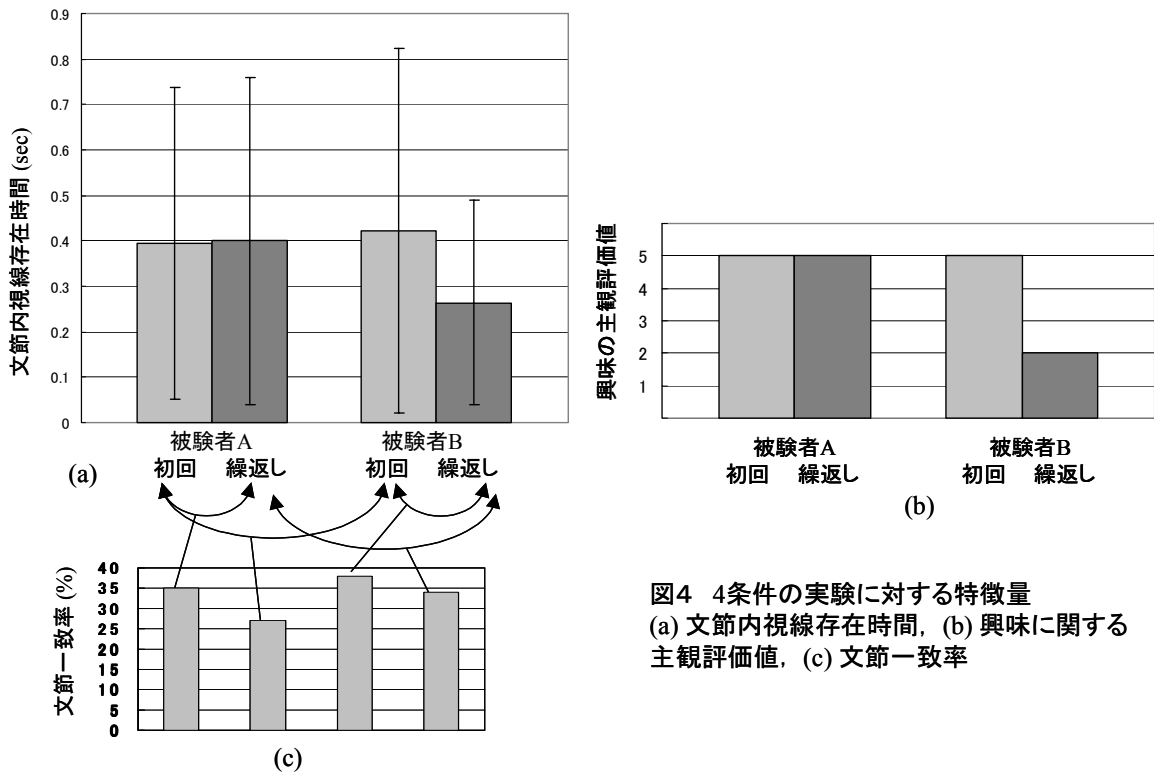


図4 4条件の実験に対する特徴量 (a) 文節内視線存在時間, (b) 興味に関する主観評価値, (c) 文節一致率

4 考察

(1) 文節内視線存在時間

文書を繰返し読みすることにより,文書に対する興味の程度を変化させたときの視線を計測した.興味の度合いを主観評価した値と,文節内視線存在時間の平均値および標準偏差との間に,良い対応関係が見られた.繰返し読みに関する情報処理モデルとしては,繰返し読みは単語認知の自動化を促進し,内容理解に多くの処理資源を配分させるようにするというモデルが提唱されている[12].今回の結果は,繰返し読みの情報処理モデルから説明される成分と興味の成分が混在したものであり,同モデルのみから解釈はできない.

(2) 文節一致率

文節内視線存在時間上位 100 文節に関し,被験者間で文節一致率を調べた結果,初回読みで 27%,繰返し読みで 34%であった.また,同一被験者での初回読みと繰返し読みでの文節一致率は 35%(被験者 A)と 38%(被験者 B)であった.これらの値は,ユーザー適合処理を考える上で,ユーザー普遍部分に対してユーザー適合必要部分がどの程度含まれるかを考える上で目安となる.

5 まとめ

言語処理にユーザー適合機能等の高度な処理を付加するにあたっての基礎的知見を得るために,読者の視線情報からの特徴抽出を試みた.

まず,文節単位の計測精度を持つことと,被験者の疲労が少ないことを要求仕様とした視線計測装置を開発した.次に,その視線計測装置を用いて,文章読解時の被験者の注目箇所が,被験者毎,興味の程度毎にどのように異なるかを調べた.

今回の実験結果から,読者の視線を調べることにより,テキスト要約などの言語処理におけるユーザー適合処理等を考える上で参考となる知見が得られる可能性が見出された.しかし,今回の実験のサンプル数は少なく,分析結果の信頼性が低いため,今後,サンプル数を増やして実験を行う予定である.

謝辞

本研究は文部科学省 21 世紀 COE プログラム「インテリジェント ヒューマンセンシング」および日本学術振興会科学研究費基盤研究(C)(2)13680444 の援助により行われた.

参考文献

- [1] 苧坂直行編:読み 脳と心の情報処理,朝倉書店(1998)
- [2] 門田修平,野呂忠司編:英語リーディングの認知メカニズム,くろしお出版(2001)
- [3] 高木啓伸:視線の移動パターンに基づくユーザーの迷いの検出 効果的な作業支援を目指して,情報処理学会論文誌,Vol.41,No.5(2000)
- [4] 東中竜一郎,大野健彦:視線を用いた自動辞書引きシステム,言語処理学会第9回年次大会併設ワークショップ(2003)
- [5] 大野健彦:視線を用いたインタフェース,情報処理,Vol.44,No.7(2003)
- [6] 鈴木美加:初級後半の学習者は文章をどう読むか アイカメラによる文章読解中の眼球運動の記録,東京外国語大学留学生日本語教育センター論集,24(1998)
- [7] 鴻巣努,重松淳,鈴木美加,福田忠彦:第二言語としての日本語読解における視覚情報処理に関する人間工学的研究,人間工学,Vol.35,No.3(1999)
- [8] 石原由紀夫,守田了:読書時における視点移動の実現,電子情報通信学会論文誌 D-II,Vol.J84-D-II,No.1(2001)
- [9] 梶井夏実,苧坂直行:日本語の読みにおける最適停留位置効果,苧坂直行編「読み 脳と心の情報処理」,第3章,朝倉書店(1998)
- [10] 増山繁,山本和英:テキスト自動要約における新たな展開と展望 統計的方法,換言,そして... ,情報処理,Vol.43,No.12(2002)
- [11] 野呂忠司:読みの研究はこれまでいかに推移したか,英語リーディングの認知メカニズム,第1章,くろしお出版(2001)
- [12] 野呂忠司:繰返し読みの方法,英語リーディングの認知メカニズム,第IX章-2,くろしお出版(2001)
- [13] G.Underwood Eds.: Eye Guidance in Reading and Scene Perception, North-Holland(1998)