

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 29 年 6 月 28 日現在

機関番号：62615

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2014～2016

課題番号：26540121

研究課題名（和文）オンライン環境でのテキストの「読み方」の計測と最適化に関する研究

研究課題名（英文）Measuring and Optimizing On-line Text Reading Behavior

研究代表者

相澤 彰子（Aizawa, Akiko）

国立情報学研究所・コンテンツ科学研究系・教授

研究者番号：90222447

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 2,800,000円

研究成果の概要（和文）：本研究では、画面上で人が文章を読む際の視線計測の精度を向上するために、視線停留点の座標軸上での分布を単語位置に対応づけるためのアラインメント手法を提案して有効性を示した。また、ウェブアプリケーションを使った視線位置合わせ編集ツールFixFixを実装して公開した。また、複雑な読み方が必要となる翻訳作業に焦点をあてて、翻訳者の認知プロセスの分析に取り組み成果を発表した。

研究成果の概要（英文）：This research aims at improving the accuracy of gaze measurement to trace users' on-line text reading behavior. In our study, we proposed a method to align the distribution of fixations to the coordinates of word bounding-boxes on the screen and showed the effectiveness through experiments. We implemented and released a web-based editor for fixations detected in gaze datasets of reading activities, FixFix. In addition, we also analyzed human's cognitive process in translation, a task which requires complicated reading and writing process, and presented the results at several related conferences.

研究分野：情報学

キーワード：視線計測 自然言語処理 文書最適化 読み方モデル 視線アラインメント

1. 研究開始当初の背景

電子端末を介した言語活動は、我々の日常生活になくなくてはならないものとなっている。「読む」べき対象は量的にも質的にも多様化し、対応して読み方のスキルも複雑になっている。

通常読書環境において、「読む」という行為は、視覚システムを介したテキスト入力に対する意味処理として捉えることができる。ここで、通常の計算機による自然言語処理は、ディスクに保存された文字列を対象とするもので、改行をはじめとする画像特徴や読み手の状況などを考慮するものではなかった。

大量の情報が流通する社会の中で、言語活動を効率的に行うためには、「読みやすさ」に配慮した言語アプリケーションの設計が必要である。オンライン環境における読みの計測技術や認知プロセスのモデル化に関する検討は、その実現に向けた第一歩となる。

2. 研究の目的

本研究では、画面上でテキストを「読む」行為に焦点をあてて、その計測・モデル化・支援について検討を行う。具体的には、画面上でテキストを「読む」行為を、対象テキストの意味構造、レイアウトや文字飾りなどの画像特徴、読み手の視覚・言語認知プロセス、の三者インタラクションと捉え、その計測およびモデル化手法を研究する。また、多様な「読み手」に対して、読みやすい形でテキストを提示するための手法の実現に向けた方策を検討する。

3. 研究の方法

研究期間中では、(1)視線とテキストのアラインメント手法、および、(2)読みのモデル化と支援、の2つの課題に取り組む。

(1) 視線とテキストのアラインメント

既存の視線計測装置で扱えるのは、予め定義した表示領域間での大きな視線の移動であるが、言語の構造や意味の解析を語句単位で行うためには、単語単位での視線の移動を測定する必要がある。ここで、視線計測には必然的に誤差が伴うため、読解行動の分析に視線計測を有効利用するためには、まず計測誤差を補正する手法を確立する必要がある。

本研究では、読み飛ばしを含む視線情報のテキストへのアラインメントを頑強に行うための新たな手法を検討し、アノテ

ションコーパスを作成して有効性を評価する。

(2) 読みのモデル化と支援

言語処理技術を用いて、文書レイアウトを最適化するための手法を検討する。また、複雑な読み方が必要となる翻訳作業に焦点をあてて、翻訳者の認知プロセスの分析に取り組み、言語活動計測の有効性を検証する。

4. 研究成果

(a) 視線とテキストのアラインメント手法の研究

画面上で人が文章を読む際の視線計測手法に焦点をあてて、視線停留点の座標軸上での分布を単語位置に対応づけるためのアラインメント手法の開発に取り組んだ。

文書読解時の視線計測では、縦方向の系統的なずれ(測定誤差)が大きな問題となることが知られている。本研究では、まず、逐次的な読みにおける視線移動が、文書の行に沿った特徴的なパターンを示す点に着目して新たな誤差関数を定義し、ダイナミックプログラミングを用いて効率的に視線と文書画像のアラインメントを行う手法を提案した(図1)。実験により、画面上に表示される行長を考慮することでアラインメントの精度が向上することを示した(学会発表)。



図1 視線とテキストのアラインメント

次に、アラインメントの精度を向上するために、テキスト上での視線停留点の遷移に注目して、遷移タイプを推定する手法を新たに提案した(図2)。本研究で用いた遷移タイプは、読み戻りなどの6種類で、実際の読みデータを人手で分析することにより設定した。また、遷移タイプ推定の学習・評価に用いるコーパスもあわせて構築した。さらに、推定した遷移タイプを新たに素性として追加した視線-テキストアラインメント手法を提案し(図3)、遷移タイプを用いることで、視線とテキストの位置合わせの精度が向上することを示した(雑誌論文、学会発表)。

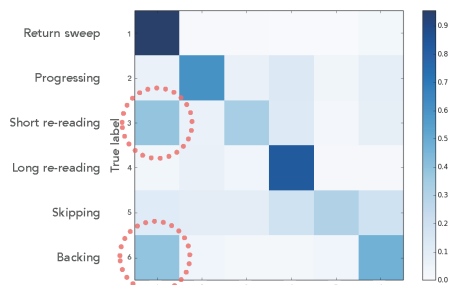


図 2 視線遷移ラベルの推定

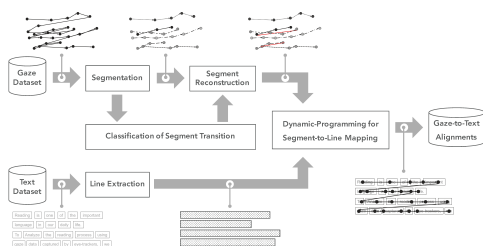


図 3 視線遷移に注目したアラインメント手法

(b) 視線とテキストのアラインメントツールの開発

従来、視線とテキストのアラインメント研究では、評価および学習用として利用可能な正解データがほとんどなく、新たに作成する場合でもコストが大きいことが問題であった。

そこで本研究では、ウェブアプリケーションを使った編集ツールの実装に取り組み、これを用いて人手によるアラインメント正解データを作成して、評価に用いた。ここで開発した編集ツールは、正解データ作成だけではなく、実験データの整備にも使えるもので、実際に異なる環境での測定データ何種類かをアップロードして位置合わせ作業を行い、実用性を検証している。

実装したアラインメントツールについて、2016 Symposium on Eye Tracking Research & Applications (ETRA 2016)のデモセッションで発表するとともに(学会発表)、ソフトウェアをウェブ上で公開した。

(c) 文書最適化に関する研究

読みやすさのための文書最適化について、自然言語処理で研究されている「語彙的言い換え技術」を用いて、文中の表現を別の表現に自動的に置き換えることで、段落内の文字数を自動的に調整する手法を

提案した。この手法を LaTeX 等に組み込むことにより、ページをまたぐ読み戻りを減らし、可読性を高めることが可能であることを示した(学会発表)。

(d) 翻訳者の認知プロセスの分析

複雑な読み方が必要となる翻訳作業とその支援環境に焦点をあてて、コペンハーゲンビジネススクールの Michael Carl 博士らのグループと連携して、翻訳時の画面上での視線・マウス・音声ログの収集に取り組み、翻訳作業における読みのプロセスの分析を進めた(学会発表)。

本研究では以上のように、(a)視線とテキストのアラインメント手法の研究、(b)視線とテキストのアラインメントツールの開発、(c)文書最適化に関する研究、(d)翻訳者の認知プロセスの分析、の4つの課題に取り組み、成果を国際会議等で発表するとともに、実装したツールをウェブで公開した。

携帯端末等の普及により、読みのスタイルはますます多様化し、読みやすい文書提示を実現する言語インタフェースのデザインが一層求められるようになってきている。本研究は、視線パスの分析に基づき、人間の認知的な負荷を推測する技術に向けた第一歩であり、文書提示やインタフェース最適化に向けたより具体的な検討が今後の課題である。

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1件)

Akito Yamaya, Goran Topic, Akiko Aizawa: “Vertical Error Correction using Classification of Transitions between Sequential Reading Segments.” IPSJ Journal of Information Processing, Technical Note, Vol. 25 pp.100-106, January 2017 [査読有]

[学会発表](計9件)

Michael Carl, Akiko Aizawa, Masaru Yamada: “Efficiency of English-to-Japanese Translation Dictation.” Eighth European Society for Translation Studies (EST 2016), Aarhus, Denmark

(20160915-20160917) [査読有]

Michael Carl, Akiko Aizawa, Masaru Yamada: “ENJA15: a free corpus of English to Japanese Translation Process Data.” Eighth Asia-Pacific Translation and Interpreting Forum, Xi’an, China (2016017-20160618) [査読有]

Moritz Schaeffer, Michael Carl, Isabel Lacruz, Akiko Aizawa: “Measuring Cognitive Translation Effort with Activity Units.” 19th Annual Conference of the European Association for Machine Translation (EAMT 2016), Riga, Latvia (20160530-20160601) [査読有]

Michael Carl, Akiko Aizawa, Masaru Yamada: “English-to-Japanese Translation vs. Dictation vs. Post-editing: Comparing Translation Modes in a Multilingual Setting.” 10th Language Resources and Evaluation Conference (LREC 2016), Portorož, Slovenia (20160523-20160528) [査読有]

Goran Topić, Akito Yamaya, Akiko Aizawa, Pascual Martínez-Gómez: “FixFix: Fixing the Fixations (Demo).” 2016 Symposium on Eye Tracking Research & Applications (ETRA 2016), Charleston, USA (20160314-20160317) [査読有]

Akito Yamaya, Goran Topić, Akiko Aizawa: “Fixation-to-Word Mapping with Classification of Saccades.” ACM 2016 International Conference on Intelligent User Interfaces (IUI 2016), Sonoma, USA (20160307-20160310) [査読有]

城戸 祐亮, 横野 光, トピチ グラン, 相澤 彰子: “言い換え技術の文書レイアウト最適化への応用.” 第222回自然言語処理研究会, 首都大学東京秋葉原サテライトキャンパス (東京) (20150715)

Akito Yamaya, Pascual Martínez-Gómez, Goran Topić, Akiko Aizawa: “Dynamic Programming-based Method for Fixation-to-Word Mapping.” In Intelligent Methods for Eye Movement Data Processing and Analysis (EMDPA), Special Session in the 7th International KES Conference on Intelligent Decision Technologies (KES-IDT-15). Sorrento, Italy (20150617-20150619) [査読有]

山谷 彬人, 相澤 彰子: “行長を利用した動的計画法による注視点と単語の対応付け手法の検討”. 2015年電子情報通信学会総合大会, 草津 (滋賀) (20150310-20150313)

[その他]

視線テキストアラインメントツール
FixFix
<https://kmcs.nii.ac.jp/fixfix/>

6 . 研究組織

(1) 研究代表者

相澤 彰子 (AIZAWA, Akiko)
国立情報学研究所・コンテンツ科学研究系・教授
研究者番号 : 90222447