

科学研究費助成事業（学術研究助成基金助成金）研究成果報告書

平成25年6月1日現在

機関番号：62615

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2011～2012

課題番号：23650076

研究課題名（和文） テキストの「読み方」モデルの構築と利用に関する研究

研究課題名（英文） A Study on Modeling Text Reading Behaviors

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

研究成果の概要（和文）：本研究では、視線計測と対象テキストの言語分析による読み方モデルの構築とその利用について検討を進めた。まず対象テキストの構造と人間の読み方の特徴的なパターンを利用して視線計測のずれを補正する手法を提案した。次に、文書中の各単語について、視線の停留時間、文書中での位置、品詞等の言語的特徴をあわせて、読み方の予測モデルを構築する手法を提案して視線コーパスや利用者実験を通して有用性を示した。

研究成果の概要（英文）：This research investigated a method for modeling human text reading behavior using both the eye-movement and linguistic analysis of the target text. First, we proposed a method for compensating gaze position measurement errors using text-reading specific information such as a word-bounding boxes layout and human reading patterns. Next, we studied models to predict human reading actions. In our formulation, each word in a document was characterized by fixation duration time, a position in a document, and linguistic features such as POS tag. The proposed models were verified through experiments using an existing gaze-corpus or experiments with our own subjects.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
交付決定額	2,800,000	840,000	3,640,000

研究分野：情報学

科研費の分科・細目：知能情報学

キーワード：視線計測、読解行動、テキスト理解、自然言語処理、言語インタフェース

1. 研究開始当初の背景

我々は生活の中で日常的に文字を「読む」ことを行っている。このとき我々は、すべてを印刷・表示された順番通りに読んでいるわけではない。たとえば拾い読みや読み戻りをしたり、時には読み比べをしたりしながら、必要な情報を獲得して行く。このような過程は、文字が伝える情報の意味や読み手の興味や理解の度合い、コミュニティの共有知識や語彙などが密接にかかわった複雑なもので、我々が生活の中で獲得するスキルであるといえる。

しかしながら検索ログなどを利用した従来の情報アクセス分析では、情報を探すという行為に焦点が当てられており、読むという行為自体はあまり顧みられることがなかった。ここで近年、人の視線を計測して画面上の注視領域を抽出する使い勝手の良い装置が登場し、ユーザの興味箇所や注目の度合いなどを直接測定することが可能になった。このような測定技術は、Web デザインやインタフェース研究の分野に新たな展開をもたらし、また、2008年以降には、自動要約や興味箇所の共有などの言語アプリケーションへの適用事例も報告され、その適用範囲は大きく

広がろうとしている。

上記の背景に基づき本研究は、視線情報と言語解析に基づく読解モデルの構築と検証の枠組みの確立を目標としてスタートした。近年では、大規模なウェブコーパスや機械学習の進歩を背景に、照応解析や意味ラベル付与をはじめとする言語の「深い」意味処理研究が展開している。本研究は、これらを人のテキスト理解と結びつける手段を提供することで、新しい言語メディア研究の展開を目指すものと位置付けられる。

2. 研究の目的

本研究では、「読む」という行為を、読み手の言語の理解や知識の獲得と対応付けて解析する技術の確立を目指す。具体的には、画面上に表示される文字情報（テキスト）から人間が情報を得る際の「読み方」を、視線計測装置を用いて実際に測定して、テキストの意味や文脈と照合しながら分析・予測する手法を開発する（図 1）。このような「読み方」のモデル化と測定を通して、対象テキストの計算言語的な解析結果と読み手の興味や理解の容易性と対応付け、社会生活で不可欠な「読む」行為を支援する次世代メディアや、言語処理研究の新しいスタイルの確立へと結びつけることを試みる。

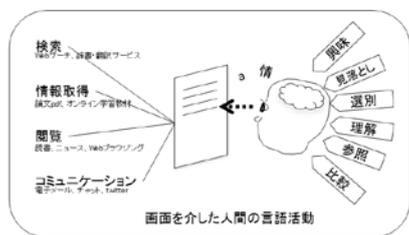


図 1 視線と画面上の言語活動

3. 研究の方法

研究期間中では、(1)視線情報からの注視テキストの抽出手法、および、(2)獲得した視線情報に基づく人間の読解行動のモデル化手法、の2つの課題に取り組む。

(1) 視線情報からの注視テキストの抽出

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多様な環境で測定する必要がある。ただし、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必要がある。

そこで本研究では、読解行動特有のパターンとテキスト特有の構造を利用して、視線計測の誤差を補正する手法の開発に取り組む。

(2) 視線情報に基づく読解行動のモデル化

言語処理により自動付与される語句の様々な役割（主語や述語、文構造、人名などの固有名クラス、各単語の意味役割、感性・意見表現、説明記述、重要文等）と、実際に観測される注視順や停留時間とを対応づけ、これらを統計的に解析する。これにより、言語解析や読解支援における提案手法の有効性を示す。

4. 研究成果

平成23年度は、言語処理やユーザインタフェース分野における視線データの利用について文献調査を行うとともに、視線計測装置を用いた実験環境を構築して、視線データを取得した。

現実的なユーザ環境で得られる視線データには測定誤差が含まれることから、文書構造や言語的な知識を事前知識としてモデルに取込むことで、視線計測の精度を高める手法の開発に取り組んだ。その結果、注視点と単語領域の位置合わせ最適化問題を解く手法を提案し、これにより視線計測装置単独では補正できない誤差に対応できることを示した（図 2）。

また、複雑なレイアウト構造を持つ文書や、単語境界が明示されない日本語文書に対しても上記手法の適用を可能にするため、画面イメージの自動文字認識出力を言語タグ付きのテキストに対応付ける手法を開発し、有効性を確認した。

さらに、人間の読み方モデルの構築とテキスト読解・理解支援を目標として、文書中で被験者が注視する単語を、言語的およびレイアウト的特徴に基づき予測する機械学習手法を提案して効果を示すとともに、言語タスクや被験者による違いを考察した。

平成 24 年度は、2 番目の課題である「視線情報による人間の言語行動の分析」に焦点をあてて研究を進めた。

まず視線のコーパスとして代表的な Dundee コーパスを用いて単語の読み飛ばしの予測モデルを学習し、品詞や頻度などの単語の言語的な特徴に加えて画面上の位置を考慮することで、予測の精度が高まることを示した（図 3）。

また、中国語におけるコマ配置の予測では、読み手の視線の動きを人手で解析してルールを抽出することで、より優れたコマ配

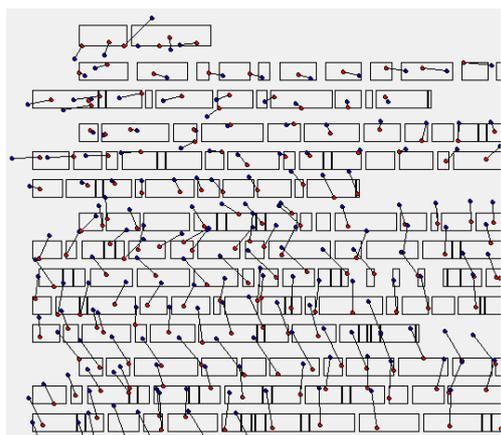


図2 視線と単語のアラインメント

置が提案できることを示した。

さらに、視線解析を理解支援に結び付ける試みとして、言語特徴量・視線特徴量・読み手の属性の相互の関係を解析することで、読み手の注視する単語領域を予測する手法を提案した。実験では、40名の被験者を対象として視線データを収集して、提案手法の有効性を示すとともに、言語タスクや被験者による読み方の違いを考察した。

本研究の成果としては、(1) 視線情報と言語情報をあわせて文書レベルで人間の読み方を解析するためのアラインメント技術を提案したこと、(2) 視線情報や言語情報などを統合的に考慮した読み方の予測モデルの有効性を示したこと、の2点があげられる。

視線計測に基づく解析は、アノテーションや翻訳などの言語タスクにも適用されており、本研究で提案した手法は、これらの言語タスクの解析にも適用できると考えられる。なお、本研究では主に逐次的な読みを対象に、比較的ノイズの少ない計測データを使ってモデルを構築した。ここで、携帯端末等の普及により、視線情報が今後ますます言語インタフェースに取り込まれることが期待されることから、ノイズが多い環境下で、より自由な視線の動きに対応することが今後の課題である。

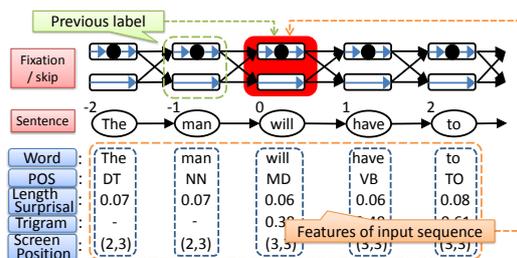


図3 単語の読み飛ばしの予測

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)

[学会発表] (計11件)

- ① Pascual Martínez-Gomez, Akiko Aizawa: "Eye-data to Validate Readability Models for Diagnosis" The 17th European Conference on Eye Movements (ECEM 2013), Lund, Sweden. (20130813) accepted
- ② Tadayoshi Hara, Chen Chen, Yoshinobu Kano, Akiko Aizawa: "Modeling Comma Placement in Chinese Text for Better Readability using Linguistic Features and Gaze Information" In the Second Workshop on Predicting and Improving Text Readability for Target Reader Populations (PITR 2013), Sofia, Bulgaria. (20130808) accepted
- ③ 富田恭平, 原忠義, 相澤彰子: "視線情報に基づいたテキスト幅の最適化" 第27回人工知能学会全国大会, 富山国際会議場(富山) (20130605)
- ④ 相澤彰子: "視線情報と言語処理" 情報処理学会東海支部第7回講演会, 名古屋大学(名古屋) (20130302) 招待講演
- ⑤ Akiko Aizawa: "Reading as a translation process: issues in alignment of gaze and textual information" Workshop on Future Directions in Translation Research, Todaiji Culture Center, Nara (20121204) invited lecture
- ⑥ Pascual Martínez-Gómez, Tadayoshi Hara, Akiko Aizawa: "Recognizing personal characteristics of readers using eye-movements and text features" In the 24th International Conference on Computational Linguistics (COLING 2012), Mumbai, India (20121208)
- ⑦ Tadayoshi Hara, Daichi Mochihashi, Yoshinobu Kano, Akiko Aizawa: "Predicting Word Fixations in Text with a CRF Model for Capturing General Reading Strategies

among Readers” In the Workshop on Eye-Tracking and Natural Language Processing (ETNLP) of 24th International Conference on Computational Linguistics (COLING 2012), Mumbai, India (20121215)

- ⑧ Pascual Martinez-Gomez, Tadayoshi Hara, Chen Chen, Kyohei Tomita, Yoshinobu Kano, Akiko Aizawa: “Synthesizing Image Representations of Linguistic and Topological Features for Predicting Areas of Attention” The 12th Pacific Rim International Conference on Artificial Intelligence (PRICAI 2012), Kuching, Malaysia (20120903)
- ⑨ Chen Chen, Yoshinobu Kano, Akiko Aizawa: “Towards the Integration of Natural Language and Eye Tracking Information for Predicting Comma Placement in Chinese Sentence” 第11回情報科学技術フォーラム(FIT2012), 法政大学小金井キャンパス(小金井) (20120906)
- ⑩ 富田恭平, 相澤彰子, Martinez-Gomez Pascual, 陳琛, 原忠義, 狩野芳伸: “OCRを用いた視線情報と閲覧テキストの言語的特徴の関連付け” 言語処理学会第18回年次大会, 広島市立大学(広島) (20120316)
- ⑪ Pascual Martínez-Gómez, Chen Chen, Tadayoshi Hara, Yoshinobu Kano, Akiko Aizawa : “Image registration for text-gaze alignment” Proceedings of the 2012 ACM international conference on Intelligent User Interfaces, Lisbon, Portugal (20120214)

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