

話題に対する多様な感情に基づく Web ページ検索システム

若宮 翔子^{1,a)} 河合 由起子^{2,b)} 熊本 忠彦^{3,c)} 張 建偉^{4,d)} 白石 優旗^{4,e)}

受付日 2015年2月16日, 採録日 2015年10月2日

概要: 特定の話題に対する感情は情報発信者によって異なるため, その話題の検索結果には様々な感情で書かれた Web ページが混在する. また, 話題に対する情報発信者の感情は 1 つとは限らないため, 複数の感情を持って書かれた Web ページが存在する. Web ページに含まれている情報発信者の感情は読み手が受ける印象に影響を与えるため, 特定の感情で書かれた Web ページばかりが提示されると話題に対する多様な感情を把握できず, 読み手はその話題について偏った印象を持ってしまう. 本論文では, 検索ワードに対する情報発信者の感情の多様性を考慮した Web ページ検索・提示システムを提案する. 本システムでは, まず, 検索ワードで検索された Web ページにおける情報発信者の感情を取得するために, 既存の感情辞書を用いて 3 軸 (軸 1:「楽しい ⇔ 悲しい」, 軸 2:「うれしい ⇔ 怒り」, 軸 3:「のどか ⇔ 緊迫」) に基づく感情値を算出する. 次に, 話題に対する情報発信者の感情を網羅するような Web ページを検索するために, 特定の感情を有する Web ページから抽出した補間語を用いて再検索する. 最後に, 検索結果として 3 次元の感情マップとして感情の分布を可視化する. 提案手法の有用性を検証するために, 既存手法と提案手法による検索結果の感情分布の相対的な広がり进行比较評価する. また, 抽出した検索ワードの話題性および感情値の適合性, ならびに再検索結果から取捨選択し統合した検索結果の適合性を評価する.

キーワード: Web 検索, 感情抽出, 可視化, 多様化

Web Search System Based on Multiple Sentiments for a Topic

SHOKO WAKAMIYA^{1,a)} YUKIKO KAWAI^{2,b)} TADAHIKO KUMAMOTO^{3,c)} JIANWEI ZHANG^{4,d)}
YUHKI SHIRAISHI^{4,e)}

Received: February 16, 2015, Accepted: October 2, 2015

Abstract: There are lots of Web pages written with various sentiments of writers in retrieval results for a topic. Thus, some Web pages are written with multiple sentiments. Generally, writers' sentiments included in Web pages affect readers' understanding for a topic. Therefore, if Web pages written with specific sentiment are provided to a user, s/he cannot grasp multiple sentiments about the topic and gets the biased impression. In this paper, we present a Web search system based on multiple sentiments for a topic. In order to extract writer's sentiments in respective Web pages related to a keyword, we compute a sentiment value based on three sentiment scales (happy ⇔ sad, glad ⇔ angry, peaceful ⇔ strained) using a sentiment dictionary. Next, we extract additional keywords related to multiple sentiments and re-retrieve Web pages. Then, we generate three sentiment graphs by mapping the Web pages based on their sentiment values and visualize their sentiment distribution. In the experiment, we evaluate multiplicity of sentiments included in Web pages searched by our proposed method. In addition, we show experimental results about precisions of sentiments and topics of the Web pages.

Keywords: Web search, sentiment extraction, visualization, multiplicity

¹ 奈良先端科学技術大学院大学
Nara Institute of Science and Technology, Ikoma, Nara 630-0192, Japan
² 京都産業大学
Kyoto Sangyo University, Kyoto, Kyoto 603-8555, Japan
³ 千葉工業大学
Chiba Institute of Technology, Narashino, Chiba 275-0016, Japan

⁴ 筑波技術大学
Tsukuba University of Technology, Tsukuba, Ibaraki 305-8520, Japan
a) wakamiya@is.naist.jp
b) kawai@cc.kyoto-su.ac.jp
c) kumamoto@net.it-chiba.ac.jp
d) zhangjw@a.tsukuba-tech.ac.jp
e) yuhkis@a.tsukuba-tech.ac.jp

1. はじめに

Web 上には任意の話題に関する様々なページが存在している。ある話題に関してどのような感情をいだくかは人によって異なるため、特定の話題に対して得られる検索結果には様々な感情で書かれた Web ページが混在している。また、ある話題に関して情報発信者がいづく感情はつねに単一とは限らないため、複数の感情で書かれた Web ページが存在する。たとえば、「ワールドカップ」という話題に対し、「楽しい」という単一の感情で書かれたページだけでなく、「緊迫」かつ「怒り」という複数の感情が混在したページも多数存在する。このように、特定の話題に対する情報発信者の感情の多様性は、検索結果内および個々の Web ページ内に存在する。

しかしながら、既存の検索エンジンはこのような感情の多様性を考慮していないため、検索ワードとの関連性は高いが特定の感情に偏った結果を提示する傾向がある。実際に、Demartini らは 3 つの代表的な検索エンジン (Bing, Google, Yahoo!) において任意の話題の検索結果の順位と感情との関係进行分析し、上位に順位付けされた Web ページでは他の Web ページよりもポジティブな意見が述べられる傾向があることを示している [1]。Web ページ中の情報発信者の感情は読み手の印象に影響を与えるため、特定の感情で書かれた Web ページばかりが提示されると読み手はその話題について偏った印象を受ける可能性が高い。たとえば、「ワールドカップ」という話題に対する情報発信者の感情分布に元々広がりがあるにもかかわらず、「楽しい」という感情のページばかりが提示されると、情報発信者の本来の感情分布を把握することができず、その話題に対する「楽しい」以外の側面に気付かないかもしれない。そのため、特定の話題に対する情報発信者の感情を網羅するような Web ページを検索・提示することが重要である。

本論文では、検索ワードによって表現された任意の話題に対する多様な感情の Web ページを網羅的に検索・提示するためのシステムを提案する [2]。そのために、まず検索ワードにより Web ページ (上位 96 ページ) を取得し、3 軸 (軸 1:「楽しい $\leftrightarrow$ 悲しい」、軸 2:「うれしい $\leftrightarrow$ 怒り」、軸 3:「のどかな $\leftrightarrow$ 緊迫」) からなる感情辞書 [3] を用いて Web ページ中の単語の感情値を抽出し、各 Web ページの感情値 (3 つの値の組) を算出する。初期検索結果は話題との関連性はあるが感情の多様性は考慮されていない。そこで、検索結果における情報発信者の感情分布を広げるために、検索ワードと複合的な感情に関わる重要な単語を補間語として抽出し再検索する。次に、感情値に基づき検索結果となる Web ページ (上位 96 ページ) を 3 本の感情軸からなる 3 次元の感情マップ上にマッピングする。最後に、感情マップから 2 本の感情軸を x 軸, y 軸として 3 つの感情グラフ (散布図) を生成し、検索結果の感情分布を

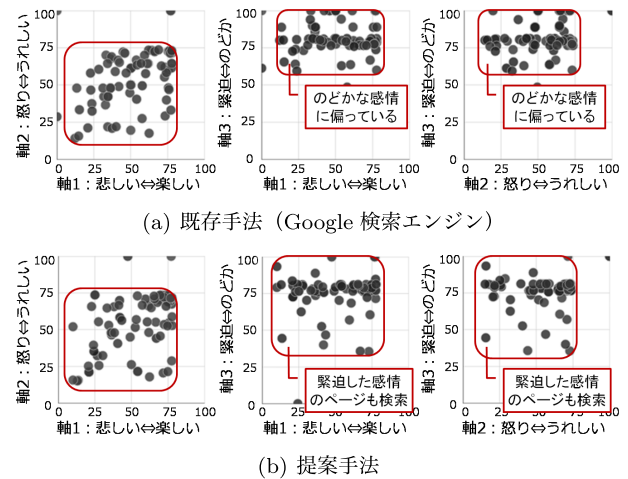


図 1 検索結果の感情分布

Fig. 1 Sentiment distribution in retrieval results.

提示する。

提案システムにより生成される各グラフ上での Web ページの分布や位置に基づき、話題に対する情報発信者の感情の傾向や個々の Web ページにおける情報発信者の複合的な感情を俯瞰できる。また、検索ワードおよび感情に関連する新たな観点を表す語 (補間語) を加えることにより、単に感情分布を広げるだけでなく、別の観点から話題をとらえた Web ページの抽出も可能になる。図 1 に「領土問題」という検索ワードによる結果に既存手法 (提案手法の感情値抽出部と感情マップ生成部を適用した手法) と提案手法を適用して生成された感情グラフの例を示す。これらの感情グラフにおいて、既存手法による検索結果の感情分布および提案手法による検索結果の感情分布は軸 1 と軸 2 に対して広がっていることが分かる。一方、軸 3 に関しては既存手法による検索結果の感情分布はのどかな感情に偏っているが、提案手法の検索結果の感情分布は緊迫した感情の Web ページを新たに取得している。この例では「モンゴル」という補間語を追加して再検索しており、その結果には日本と中国の尖閣諸島の問題に関する話し合いについてモンゴル人の政治家の意見を紹介したブログなどがやや緊迫した感情のページとして含まれていた。

本論文の構成は次のとおりである。2 章で関連研究を紹介し、3 章では多様な感情を考慮した Web ページ検索のための補間語抽出と再検索手法を説明する。4 章で評価実験の結果を示す。最後に 5 章で結論と今後の課題を述べる。

2. 関連研究

Web ページ、ニュース記事、ブログやレビューなど、人々の感情や意見が反映されたテキストが大量に存在している。テキスト中の感情、印象や意見の抽出・分析は、テキスト分類、情報推薦や情報検索などに関連する重要な研究トピックの 1 つであり、さかんに研究されている。

Na らはオンラインのレビュー文書の感情を自動的に分

類し、推薦あるいは非推薦情報をユーザに素早く知らせるシステムを開発している [4]。藤井は特定の話題に対する意見や批評などの主観情報を集約し、論点に基づき賛成意見と反対意見が対立する構図を可視化したユーザの意思決定支援システムを開発している [5]。酒井らは文書中の反対語に基づき文脈に依存した評価表現の感情極性を抽出する手法を開発している [6]。Vural らは情報発信者が感情や意見を述べている Web ページを素早く発見して検索するために、感情に着目した Web ページクロウリングのためのフレームワークを開発している [7]。また、Chelaru らはクエリログを用いた検索クエリの感情分析手法を提案し、議論の余地のある話題発見や関連するクエリ推薦へと応用している [8]。これらの研究では、感情や意見を抽出するためにポジティブ・ネガティブの 1 軸からなる辞書などが用いられている。本研究では検索ワードとは異なる観点（補間語）を加えて再検索することにより検索結果の感情分布を広げている点で特徴的である。

感情の多面性を考慮した分析やそれに基づくアプリケーションの開発も行われている。Takaoka らは多次元の感情ベクトルを用いてユーザの気分と名言を定量化し、大量の名言の中からユーザのなりたい気分にあう名言を検索するシステムを提案している [9]。Kumamoto らは、Web 上の人々の意見を集約し、任意の話題に関する一般的な観点、局所的な観点や意見の要約を視覚的に提示するシステムを開発している [10]。張らはニュース記事の印象を分析し、ニュースサイトの報道傾向を分析するシステムを開発している [11]。河合らは複数のニュースサイトから収集した大量の記事をユーザの興味と好みにあった記事を優先的に提示するためのシステムを提案している [12]。また、Kawai らはニュース記事の閲覧履歴からユーザの感情的嗜好を判定し、任意の話題について異なる感情で書かれた記事を推薦するシステムを提案している [13]。本研究では、特定の話題について多様な感情で書かれた Web ページの網羅的検索・提示を目的としている点でこれらの研究と異なる。

3. 感情の多様性を考慮した Web ページ検索・提示システム

3.1 システムの流れ

提案システムの処理の流れを図 2 に示す。

- (1) ユーザから入力された検索ワードの検索結果を取得する。今回は検索エンジンとして Google を使用し、Google Custom Search API^{*1}を用いて検索結果の各ページの URL、タイトルとスニペットを取得する。
- (2) 感情辞書を用いて検索結果の各ページに含まれる単語の感情値を抽出し、ページの感情値を算出する。感情値は 3 値を持つ。なお、本論文では計算時間や実用性

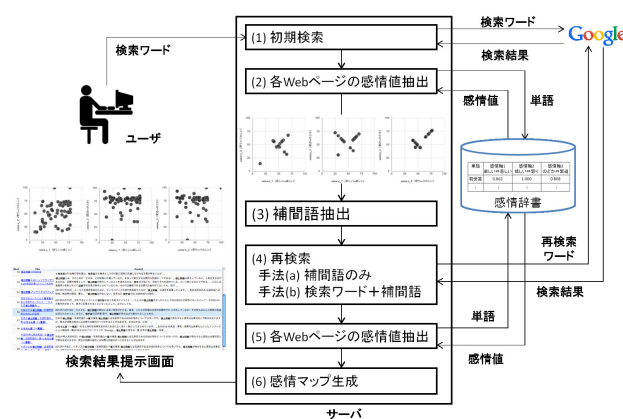


図 2 提案システムの処理

Fig. 2 System flow.

表 1 感情辞書の例

Table 1 An example of sentiment dictionary.

単語	軸 1	軸 2	軸 3
	楽しい ⇔ 悲しい	うれしい ⇔ 怒り	のどか ⇔ 緊迫
初受賞	0.862	1.000	0.808
偽装	0.245	0.075	0.297
死刑だ	0.013	0.028	0.000

を優先するために、タイトルとスニペットに含まれる単語集合を用いる。

- (3) Web ページの感情値に基づき補間語を抽出する。具体的には、検索結果から任意の感情に関連する Web ページの単語集合を抽出し、3.3 節で定義される重要度の最も高い単語を補間語とする。
- (4) (3) で抽出した補間語を用いて、3.4 節で提案する 2 種類の手法のいずれかにより再検索する。
- (5) (2) と同様に感情辞書を用いて再検索結果の各ページの単語の感情値を抽出し、ページの感情値を算出する。
- (6) 感情マップ上に感情値に基づき検索結果をマッピングする。そして、各ページの感情値を反映した感情マップから 3 つの感情グラフを生成し、検索結果一覧とともに提示する。

3.2 感情辞書を用いたページの感情抽出

検索ワードに対して情報発信者がいっている感情を Web ページから抽出する。そのために、既存の感情辞書 [3] を用いて各 Web ページ中の各単語の感情値を抽出し、それらの値に基づき各 Web ページの感情値を算出する。この感情辞書には、各単語に対して軸 1:「楽しい ⇔ 悲しい」、軸 2:「うれしい ⇔ 怒り」、軸 3:「のどか ⇔ 緊迫」からなる 3 次元の感情値が格納されている。表 1 に例を示す。単語の感情値はそれぞれ 0 から 1 の値をとり、感情値が 1 に近いほど「楽しい」、「うれしい」、「のどか」に近い感情を、0 に近いほど軸ごとに「悲しい」、「怒り」、「緊迫」に近い感情を表している。

^{*1} Google Custom Search API:
<https://developers.google.com/custom-search/>

各 Web ページの感情値は各単語の感情値を平均して算出される。感情値は 0 から 1 の値をとるが、ユーザが理解しやすいように算出値 $\times 100$ でスケールリングを行う。これにより、「楽しい」、「うれしい」、「のどか」の感情のときは 100、「悲しい」、「怒り」、「緊迫」の感情のときは 0 になる。

3.3 補間語抽出

初期検索結果は検索ワードとの関連性は高いが情報発信者の感情を考慮していない。そのため、感情値に基づきランキングするだけでは多様な感情を含む Web ページを網羅的に提示することができない。検索ワードのみで検索したときよりも感情分布を広げるような検索結果を抽出するために、感情との関連性が高い新たな観点を表す語（補間語）を利用する。

本論文では『ある感情を有する Web ページ内の単語集合はその感情と関連性があり、その単語集合において重要度が高い単語はその感情との関連性が高い』という仮定のもとで補間語を抽出する。具体的には、検索結果から各感情の Web ページを抽出し、各感情の Web ページ（単語集合）から重要な単語を抽出する。

検索結果の感情分布を広げるには、「楽しい」や「怒り」のような単一の感情で書かれた Web ページ中の単語よりも、「楽しい」と「怒り」を合成した複合的な感情で書かれたページ中の単語を用いる方が効果的であると考えられる。そのため、各感情グラフの 2 本の感情軸に基づく複合的な感情を有する Web ページを抽出する。具体的には、二次元平面の感情グラフ上の Web ページを 2 つの感情の合成軸（ $y = x$ および $y = -x + b$ 、本論文では $b = 100$ ）に射影する。これにより合成軸上で Web ページが順位付けされるため、 $y = x$ という合成軸上で最大値あるいは最小値をとるページ、 $y = -x + b$ という合成軸上で最大値あるいは最小値をとるページの計 4 ページを、各感情グラフにおける感情分布を広げるための Web ページとして抽出する。

次に、各感情の Web ページから重要な単語（フレーズ）を抽出する。仮定より、抽出された単語はすべて感情との関連性が高いものと見なして補間語候補集合 C とする。そして tf-idf の考え方にに基づき、式 (1) により各単語 $w \in C$ の重要度 $imp_q(w)$ を求め、値が最も大きい単語 w を補間語とする。

$$imp_q(w) = score(w) \times \log \frac{df_q(q)}{df_q(w)} \quad (1)$$

$$score(w) = \frac{tf * idf(w)}{\max_C(tf * idf)}$$

ここで、 $score(w)$ は任意の文書における単語 w の頻度 tf 値と Web 全体における単語 w を含む文書頻度 df 値により算出される $tf * idf$ 値であり、Web ページ中の他の補間語候補の $tf * idf$ 値を考慮して 0 から 1 に換算した値である。 $df_q(q)$ は検索ワード q の検索結果数、 $df_q(w)$ は検索ワード

q の検索結果のうち単語 w が含まれている文書数である。

補間語候補となる単語は形態素解析器を用いて抽出することも可能であるが、意味的な単語のまとまりを抽出するには複雑な処理が必要となりコストがかかる。そこで、4 章で行う評価実験では Yahoo! デベロッパーネットワークが提供しているキーフレーズ抽出 API^{*2}を用いる。キーフレーズ抽出 API は、入力文書から意味的なまとまりを抽出し、その文章を特徴付ける重要な部分（キーフレーズ）を抽出し、文章中での頻度および Web 内での特徴度などに基づく重要度スコアを算出することが可能である。先頭のキーフレーズのスコアは 100 となり、以下相対的な重要度に応じて 100 以下の値が割り当てられている。キーフレーズ抽出 API のアルゴリズムの詳細は公開されていないが、我々の過去の研究 [14] において tf-idf による結果と重要度スコアが等価であることを確認している。そのため、本論文ではこの $score(w)$ を用いた重要度算出式を定義している。次に初期検索により取得した Web ページから複合的な感情を有する Web ページを最大で 12 件（=3 つの感情グラフ $\times$ 複合的な感情を有する 4 つのページ）を抽出する。最後に、各 Web ページの補間語候補のうち重要度の最も高い単語を抽出し、重複語を除外することで最大で計 12 単語の補間語を抽出する。

3.4 補間語を用いた再検索

補間語を用いて多様な感情で書かれた Web ページを再検索する。そのために 2 種類の手法を提案する。

手法 a：補間語のみ 任意の補間語のみで検索し、タイトルかスニペットに検索ワードが含まれる検索結果を取得する。この手法では、検索ワードとの関連性の有無に関係なく、検索ワードの感情分布に依存しない補間語のみの感情分布を重視する。検索ワードとの関連性が低い Web ページが多く含まれる可能性があるが、検索ワードによる検索結果の感情分布に依存しないため感情分布が広がる可能性がある。

手法 b：検索ワード AND 補間語 検索ワードと任意の補間語で検索する。この手法では、検索ワードとの関連性を重視する。ただし、検索ワードの検索結果の感情分布に依存するため、補間語によっては感情分布をうまく広げることができない可能性がある。

3.5 感情グラフの生成

検索結果を感情値に基づき感情マップ上にマッピングする。そして、感情マップから 3 つの感情グラフ（2 つの感情軸をプロットの座標で表現）を生成し、各 Web ページの検索結果一覧とともにユーザに提示する。感情グラフは

^{*2} キーフレーズ抽出 API : <http://developer.yahoo.co.jp/webapi/jlp/keyphrase/v1/extract.html>

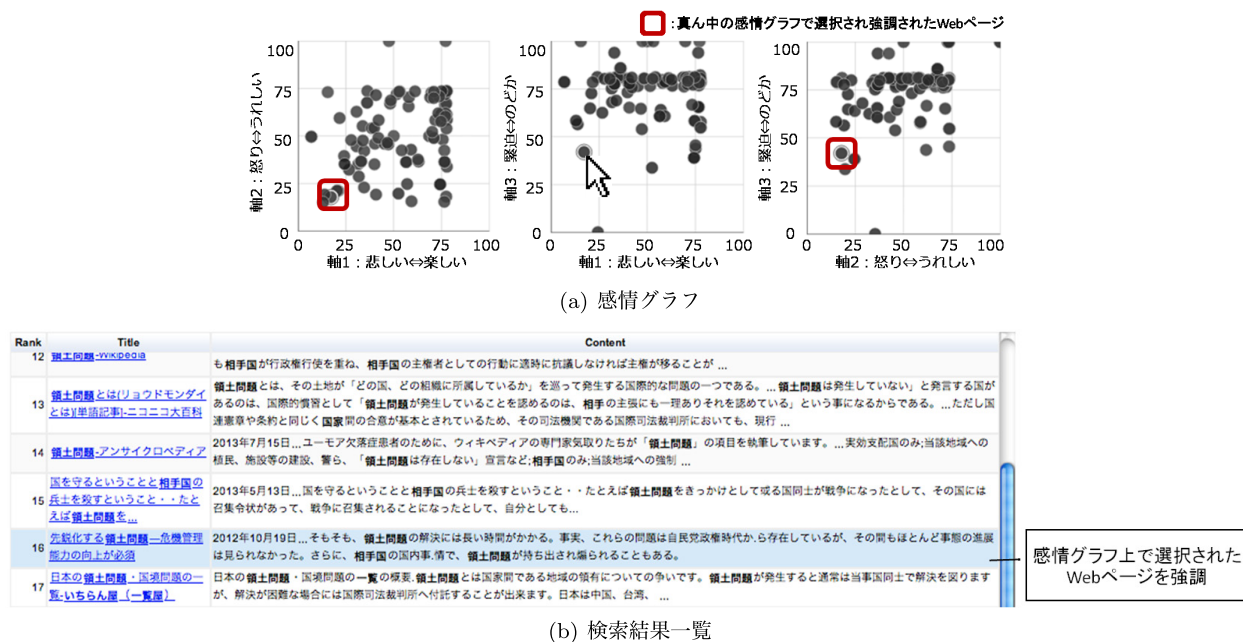


図 3 多様な感情に基づく Web ページ検索システムの提示例

Fig. 3 An example of Web search system based on multiple sentiments for a topic.

Google Charts^{*3}を用いて生成する。図 3(a) に特定の検索ワードの検索結果をマッピングした 3 つの感情グラフ例を示す。図 3(b) は検索結果一覧に提示される Web ページのタイトルとスニペットである。これにより、ユーザはグラフ上で情報発信者の感情に基づき Web ページを選択・閲覧することができる。また、検索結果一覧で選択した Web ページの感情グラフ上での位置を確認することができる。たとえば、図 3 に「領土問題」で検索したときの例を示す。(a) の真ん中の感情グラフで特定の Web ページのプロットを選択すると、残りの 2 つの感情グラフ上で同一の Web ページのプロットが強調され、ユーザはその位置を確認することができる (角丸四角形で囲んだ部分)。(b) の検索結果一覧では、ユーザが選択した Web ページがハイライトされ、その内容を確認することができる。

4. 評価実験

提案システムを構築し評価実験を行った。検索結果は Google Custom Search API を用いて取得した。感情グラフは Google Charts を用いて生成した。2013 年 12 月上旬に 1 回目の実験を行い、2015 年 7 月下旬に 2 回目の実験を実施した。1 回目の実験では、国内政治や経済の話題に関する 7 つのキーワード (一般的な政治用語である「自民党」、「民主党」、「選挙」と実験実施時点で流行話題であった「秘密保護法」、「増税」、「TPP」、「領土問題」) を用いて、初回検索時は 96 件、再検索時は 12 個の補間語に対してそれぞれ 8 件の最大 96 件 (= 12 語 × 8 件) の Web ページのタイトルとスニペットを取得した。なお、取得期間の指定

表 2 2 回の実験で用いた検索ワード (下線の語は両方で使用)

Table 2 Search words used in the experiments.

カテゴリ	検索ワード
国内	<u>自民党</u> , <u>選挙</u> , <u>民主党</u> , <u>秘密保護法</u> , <u>安全保障関連法案</u> <u>維新の党</u>
国際	<u>オバマ大統領</u> , <u>NASA</u> , <u>領土問題</u> , <u>ギリシャ</u>
経済	<u>スターバックス</u> , <u>増税</u> , <u>TPP</u> , <u>東芝</u> , <u>フジテレビ</u>
エンタメ	<u>芥川賞</u> , <u>AKB48</u> , <u>アナと雪の女王</u> , <u>ふなっしー</u>
スポーツ	<u>ウィンブルドン</u> , <u>ワールドカップ</u> , <u>高校野球</u> , <u>F1</u>
IT・科学	<u>自動運転</u> , <u>iPS 細胞</u> , <u>スマートフォン</u> , <u>ドローン</u>
ライフ	<u>家庭菜園</u> , <u>花火大会</u> , <u>台風</u> , <u>ウナギ</u>

はしなかった。2 回目の実験では、Yahoo!ニュースのカテゴリをもとに、[国内 (政治・社会)], [国際], [経済], [エンタメ], [スポーツ], [IT・科学], [ライフ] の分野の話題に関する検索ワードを用いて、初回検索時は 120 件、再検索時は 12 個の補間語に対してそれぞれ 10 件の最大 120 件 (= 12 語 × 10 件) の Web ページのタイトルとスニペットを取得した。なお、取得期間は過去 1 年間と指定した。表 2 は 2 回の実験で用いた検索ワードであり、下線は両方で用いた検索ワードである。太字は 2 回目の実験で用いた検索ワードのうち、4.2 節において結果を示す検索ワードである。表 3 は提案手法により抽出された補間語の例である。

4.1 予備実験：再検索手法の評価

提案システムの評価前に、3.4 節で述べた 2 種類の再検索手法の検索結果の感情分布を比較して相対的な広がりや評価し、どちらの提案手法の有用性が高いかを検証した。

*3 Google Charts, <https://developers.google.com/chart/>

表 3 補問語の例 (太字は一方でのみ抽出されたもの)

Table 3 Examples of words for re-retrieval.

カテゴリ	検索ワード	抽出手法	補問語
国内	自民党	<i>imp</i>	ビラ, いらだち, 大西英男衆院議員, 学生交流会, 菅官房長官, 兵庫県議会自由民主党議員団, 古賀茂明, 大田区議会, 議員個人, 行使容認, 安倍首相支持者, 社会的制裁
		<i>score</i>	谷垣, 勉強会, 大西英男衆院議員, ファシスト一味, ビラ, by sorano mukou 1269 views, coffeemilk , いら立ち, 他大学, 違憲, いらだち, 文化芸術懇話会
国際	NASA	<i>imp</i>	ニューホライズンズ, National Aeronautics and Space Administration, ミランダカー・ジェニファーロペス, 小惑星, Come explore with NASA and discover the, ド迫力, プロテクション, ケプラー, ケプラー宇宙, スペースシャトル開発, sekaiissyuuuhuhu, 無人探査機
		<i>score</i>	ニューホライズンズ, National Aeronautics and Space Administration, ミランダカー・ジェニファーロペス, 小惑星, Come explore with NASA and discover the, ド迫力, プロテクション, 地球, ケプラー宇宙, スペースシャトル開発, sekaiissyuuuhuhu, 無人探査機,
経済	スターバックス	<i>imp</i>	パートナー, スターバックスコーヒージャパン, ハワード・シュルツ, アメリカ シアトル生れ, コメダ珈琲店, カード, 日本スターバックス物語, チョコレート ラテ, イベント, 心地よい場所, スターバックスコーポレーション, すべてニューオリンズ
		<i>score</i>	パートナー, スターバックスコーヒージャパン, スマートフォン, スペシャルティ コーヒーストア, コーヒー ジャパン, カード, 日本スターバックス物語, チョコレート ラテ, イベント, 心地よい場所, スターバックスコーポレーション, 支払いサービス
エンタメ	芥川賞	<i>imp</i>	又吉芥川賞, 綾部, 芸人芥川賞作家, 第 153 回芥川龍之介賞候補作品新潮 3 月, ビートたけし, nikkansports.com, 柳美里, ふぁー, お笑いコンビピース, 前代未聞, 直木三十五賞, お笑い
		<i>score</i>	又吉芥川賞, 綾部, 又吉直樹, 日本文学振興会主催, nikkansports.com, 芥川賞受賞, 柳美里, ピース又吉直樹, ビートたけし, 候補作, 直木三十五賞, お笑いコンビピース
スポーツ	ウィンブルドン	<i>imp</i>	スポーツ テニス クイズ, 組み合わせトーナメント表, テニスコート, 英 All England Lawn Tennis and Croquet, ジェニファー・フラケット, All England Tennis クラブ, リタイア, 最高峰, 聖地ウィンブルドン, The Championships, スポンサードリンク, 日本製ウィンブルドンメンズ
		<i>score</i>	スポーツ テニス クイズ, テニスコート, The Championships, Euroleague Final Four , 日本製ウィンブルドンメンズ, 英 All England Lawn Tennis and Croquet, ジェニファー・フラケット, All England Tennis クラブ, リタイア, ブシャー, アーセナル, アサヒメディカルウォーク
IT・科学	iPS 細胞	<i>imp</i>	Kyoto Probe 1, 医療用 iPS 細胞ストック構築, 渡邊文隆, シンポジウム, 治療法, 創薬研究, 立体臓器, SHARE するまるくす, 滲出型加齢黄斑変性, em 529 nm, 京都大学 iPS 細胞研究所, ファンドレイザー
		<i>score</i>	Kyoto Probe 1, 京都大学 iPS 細胞研究所, 渡邊文隆, LOVE in Action プロジェクト, IPS 細胞 , 人工多能性幹細胞, ヒト iPS 細胞, em 529 nm, 医療用 iPS 細胞ストック構築, ファンドレイザー, 日本赤十字社, SHARE するまるくす
ライフ	家庭菜園	<i>imp</i>	家庭菜園初心者, 総合支庁, 電気柵, 知的冒険, 平日, 茅ヶ崎市, ご参考, 坪トマト, ハイポネックス, 知恵袋, 食卓, 県農業技術環境課
		<i>score</i>	家庭菜園初心者, 茅ヶ崎市, 電気柵, 知的冒険, コツ, ハイポネックス, プランター, 少ない品種, 家庭菜園初心者向け, シンナリン, 食卓, 芹沢

なお, 特定の検索ワードの検索結果における有用な感情分布の広がりとは各手法による結果の感情分布の広がりと比較することは, 有効な検証法の 1 つであるといえる. しかし, 特定の話題に対する Web ページの感情分布の広がりとはそれぞれ異なり有用な感情分布の広がりを一律に決めることはできないため, 本実験では相対的な広がりを評価した.

各手法による検索結果の感情分布の差の有意性を統計的に検証するために, 『手法 a と手法 b による検索結果の感情値の分散に差はない』とする帰無仮説のもと有意水準 10% で等分散検定 (F 検定) を行った. なお, 検索結果の公平性を保つために, 同じ日に各手法で取得した検索結果を使用した. 1 回目の予備実験で得られた結果を表 4 と表 5 に示す. 表 4 は手法 a と手法 b による検索結果の感情値の等分散検定の結果であり, 表 5 は手法 a と手法 b による検

表 4 手法 a と手法 b による検索結果の感情値に対する等分散検定の結果 (太字は有意水準 10% 以下)

Table 4 Statistical deviation analysis of sentiment values in retrieval results by proposed methods (a) and (b).

検索ワード	軸 1	軸 2	軸 3
自民党	0.03	0.30	0.16
選挙	0.45	0.12	0.51
増税	0.89	0.81	0.85
秘密保護法	0.19	0.35	0.89
民主党	0.26	0.11	0.10
領土問題	0.25	0.04	0.12
TPP	0.92	0.97	0.94

表 5 手法 a と手法 b による検索結果の感情値の平均値と標準偏差（太字は表 4 において有意水準 10%以下，下線は平均値が中央値 50 に近くかつ標準偏差が大きい（ほぼ等しい場合（差が 0.75 以下）も含む）

Table 5 Averages and standard deviation of sentiment values in retrieval results by proposed methods (a) and (b).

検索ワード	手法	軸 1		軸 2		軸 3		平均値	
		平均値	標準偏差	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差
自民党	手法 a	49.22	13.40	59.20	16.18	54.75	15.76	54.39	15.11
	手法 b	46.33	20.47	53.09	19.87	61.33	20.72	<u>53.58</u>	<u>20.36</u>
選挙	手法 a	44.17	16.68	45.71	18.96	54.19	17.93	<u>48.02</u>	<u>17.86</u>
	手法 b	54.38	15.23	57.57	15.49	64.89	16.60	58.95	15.77
増税	手法 a	45.13	17.65	34.29	14.45	39.23	12.46	39.55	14.85
	手法 b	53.63	16.47	32.59	15.26	40.58	20.86	<u>42.27</u>	<u>17.53</u>
秘密保護法	手法 a	42.37	13.18	52.01	18.24	56.15	21.78	50.18	17.74
	手法 b	54.13	16.59	52.19	21.60	64.61	21.75	56.98	19.98
民主党	手法 a	55.10	23.77	50.59	26.92	82.18	11.52	62.62	20.73
	手法 b	46.91	19.64	49.69	19.94	59.02	22.31	<u>51.88</u>	<u>20.63</u>
領土問題	手法 a	35.25	25.02	40.80	9.58	72.42	8.06	49.49	14.22
	手法 b	53.11	20.68	54.23	20.22	75.31	14.23	60.88	18.38
TPP	手法 a	34.06	15.86	36.15	16.76	43.27	19.67	37.83	17.43
	手法 b	48.13	15.54	43.49	18.65	46.45	19.51	<u>46.02</u>	<u>17.90</u>
平均値	手法 a	43.61	17.94	45.54	17.30	57.46	15.31	48.87	16.85
	手法 b	<u>50.94</u>	<u>17.80</u>	<u>48.98</u>	<u>18.72</u>	58.89	19.43	52.94	18.65

索結果の感情値の平均値と標準偏差を示す。この結果，手法 a と手法 b の感情値には部分的に有意差があり（表 4 太字），そのすべてにおいて手法 b の分散の方が有意に大きかった（表 5 太字）。また，表 5 の手法 a と手法 b の感情値の平均値と標準偏差の平均値から，手法 b の方が中央値（50）の近くで分布しており，その分散が大きい（ほぼ等しい場合（差が 0.75 以下）も含む）もの（表 5 の平均値の列と行の下線）が多かった。このことから，手法 b による再検索手法を適用することでより多様な感情の Web ページを取得可能であることが分かった。2 回目の実験では，政治や経済以外の分野の話題に関するキーワードを用いた場合も同様の結果となることを確認した。以降は手法 b を提案手法とし，既存手法の検索結果の感情分布と比較した。

4.2 検索結果における感情の多様性の検証

前節より相対的に多様な感情の Web ページを検索できた手法 b を提案手法とし，提案手法と既存手法による検索結果の感情分布を比較して相対的な広がり进行评估することで，提案システムの有用性を検証する。ここで，既存手法は既存の検索エンジン（本論文では Google 検索エンジン）による検索結果に提案手法の感情値抽出部と感情マップ生成部を適用した手法であり，図 2 の (1)，(2) および (6) から構成される。

4.2.1 抽出された補間語の比較

3 章の式 (1) で算出される *imp* を用いた補間語抽出手法を評価するために，キーワード抽出 API により取得され

るキーワードの重要度スコア *score* のみを用いた手法と合わせて比較する。表 5 に式 (1) の重要度 (*imp*) により抽出された補間語と重要度スコア (*score*) により抽出された補間語の例を示す。どちらの場合もキーワード抽出 API の重要度スコア (*score*) を用いているため，同一の検索ワードに対して共通の補間語が抽出されていることが分かる。表 3 の太字はいずれかの手法のみで抽出された補間語である。式 (1) の重要度 (*imp*) を考慮することにより，[経済] カテゴリの「スターバックス」ではライバル店の「コメダ珈琲」などの補間語を抽出することができた。また，[国内] カテゴリの「自民党」では，重要度スコア (*score*) のみを用いたときに話題との関連性が低い補間語（“by sorano mukou 1269 views” や “coffeemilk” など）が抽出された。このように，重要度スコア (*score*) と検索結果内でのキーワードの文書頻度を考慮した重要度 (*imp*) を用いることにより，ノイズとなる補間語の除去につながると考えられる。本実験では，検索結果の公平性を保つために，同じ日に各手法で取得した Web ページのタイトルとスニペットを使用した。

4.2.2 検索結果の感情分布の比較

各手法による検索結果の感情分布の差の有意性を統計的に検証するために，『既存手法と提案手法 (*imp* を用いた場合または *score* を用いた場合) による検索結果の感情値の分散に差はない』とする帰無仮説のもと有意水準 10% で等分散検定 (F 検定) を行った。表 6 に各カテゴリから 2 つの検索ワード（表 2 太字）を対象としたときの結果を示す。

表 6 既存手法 (Google 検索エンジン) と提案手法 (*imp* と *score*) による検索結果の感情値に対する等分散検定の結果 (太字は有意水準 10%以下)

Table 6 Statistical deviation analysis of sentiment values in retrieval results by Google and proposed method.

カテゴリ	検索ワード	抽出手法	軸 1	軸 2	軸 3
国内	自民党	<i>imp</i>	0.86	0.94	0.63
		<i>score</i>	0.96	0.74	0.44
	選挙	<i>imp</i>	0.01	0.03	0.60
		<i>score</i>	0.12	0.02	0.77
国際	オバマ大統領	<i>imp</i>	0.67	0.39	0.17
		<i>score</i>	0.81	0.24	0.29
	NASA	<i>imp</i>	0.68	0.15	0.20
		<i>score</i>	0.79	0.10	0.12
経済	スターバックス	<i>imp</i>	0.09	0.33	0.18
		<i>score</i>	0.09	0.24	0.12
	増税	<i>imp</i>	0.17	0.64	0.81
		<i>score</i>	0.25	0.61	0.85
エンタメ	芥川賞	<i>imp</i>	0.28	0.94	0.73
		<i>score</i>	0.98	0.35	0.26
	AKB48	<i>imp</i>	0.14	0.37	0.64
		<i>score</i>	0.03	0.89	0.93
スポーツ	ウィンブルドン	<i>imp</i>	0.60	0.01	0.75
		<i>score</i>	0.05	0.00	0.94
	ワールドカップ	<i>imp</i>	0.14	0.05	0.57
		<i>score</i>	0.04	0.11	0.29
IT・科学	自動運転	<i>imp</i>	0.92	0.64	0.39
		<i>score</i>	0.28	0.36	0.82
	iPS 細胞	<i>imp</i>	0.58	0.55	0.96
		<i>score</i>	0.38	0.67	0.75
ライフ	家庭菜園	<i>imp</i>	0.72	0.34	0.26
		<i>score</i>	0.50	0.18	0.59
	花火大会	<i>imp</i>	0.86	0.63	0.26
		<i>score</i>	0.45	0.87	0.19

表 6 太字より, [国内] カテゴリの「選挙」の軸 1 と軸 2, [経済] カテゴリの「スターバックス」の軸 1, [スポーツ] カテゴリの「ウィンブルドン」の軸 2 および「ワールドカップ」の軸 2 に関して帰無仮説は棄却され, 既存手法と提案手法 (*imp* を用いた場合) による検索結果の感情値の分散に統計的な有意差があることが示された。また, [国内] カテゴリの「選挙」の軸 2, [国際] カテゴリの「NASA」の軸 2, [経済] カテゴリの「スターバックス」の軸 1, [エンタメ] カテゴリの「AKB48」の軸 1, [スポーツ] カテゴリの「ウィンブルドン」の軸 1 および軸 2 と「ワールドカップ」の軸 1 に関して帰無仮説は棄却され, 既存手法と提案手法 (*score* を用いた場合) による検索結果の感情値の分散に統計的な有意差があることが示された。また, いずれの場合においても, 提案手法の感情値の分散が有意に大きくなった。『*imp* を用いた場合と *score* を用いた場合による検索結果の感情値の分散に差はない』とする帰無仮説のもと有意水準 10% で等分散検定 (F 検定) を行ったと

ころ, 帰無仮説は棄却されず, これらには有意な差は認められなかった。しかしながら, *score* を用いた場合には補間語抽出で明らかに関係のない語を抽出したため感情値が分散している面もある。

次に, 各軸のどのあたりに感情が分布しているかとその広がり程度を検証するために, 検索結果の感情値の平均値と標準偏差を軸ごとに比較した。ここで, 平均値が各軸の中央値 50 の近くで分布しており, 標準偏差が大きいほど各軸の感情を網羅する検索結果を抽出していると見なす。結果を表 7 に示す。表 6 において分散の有意差が認められた検索ワードの軸の平均値と標準偏差 (表 7 太字) を確認したところ, 提案手法 (*imp*) の感情値の分散が有意に大きかった 5 つのうち, 「ウィンブルドン」の軸 2 以外は既存手法よりも平均値と中央値の差が小さかった。提案手法 (*score*) の感情値の分散が有意に大きかった 6 つに関しては, そのすべてにおいて既存手法よりも平均値と中央値の差が小さかった。また, 各検索ワードの全軸の感情値の平均値の平均値と標準偏差の平均値を比較し, 話題に対する多様な感情の検索結果を抽出しているかを調べた。具体的には, 平均値の平均値が各軸の中央値 50 に近く (ほぼ等しい場合 (差が 0.75 以下) も含む) かつ標準偏差が大きい (ほぼ等しい場合 (差が 0.75 以下) も含む) 手法を, より感情を網羅する検索結果を抽出した手法と見なした。その結果, 「オバマ大統領」に関しては提案手法 (*imp*) で, 「NASA」, 「増税」および「ウィンブルドン」に関しては提案手法 (*score*) で相対的な感情網羅度が高い検索結果を取得できたことが分かった。なお, 既存手法に関しては該当するものはなかった。

提案手法 (*imp*) と既存手法の平均値と標準偏差の平均値を比べたところ, [国内], [国際], [経済] および [スポーツ] カテゴリに関しては, 提案手法の方が既存手法よりも中央値に近いところで大きく分布していた。一方, これら以外の [エンタメ], [IT・科学] および [ライフ] カテゴリでは提案手法と既存手法には大きな差が見られなかった。提案手法よりも既存手法の感情値の方が中央値の近くで分布しており, その分散が大きい (ほぼ等しい場合 (差が 0.75 以下) も含む) 検索ワードを確認したところ, 実験時に流行していた話題の検索ワードが大半を占めていた。たとえば, [国内] カテゴリの「自民党」(現政権), [国際] カテゴリの「ギリシャ」(ギリシャの財政危機問題), [エンタメ] カテゴリの「芥川賞」(お笑い芸人が受賞) や「ふなっしー」(人気のゆるキャラとしてメディアに頻繁に露出), IT・科学カテゴリの「自動運転」(全自動運転車の開発) や「ドローン」(ドローンの落下事故などによる規制), [ライフ] カテゴリの「ウナギ」(土用の丑の日), 「台風」(台風の接近) や「花火大会」(各地で花火大会が開催) などがあげられる。

図 4 に既存手法よりも提案手法の感情分布が有意に大

表 7 既存手法 (Google 検索エンジン) と提案手法 (*imp* と *score*) による検索結果の感情値の平均と標準偏差 (太字は表 6 において有意水準 10%以下, 下線は平均値が中央値 50 に近かつ標準偏差が大きい (ほぼ等しい場合 (差が 0.75 以下) も含む))

Table 7 Averages and standard deviation of sentiment values in retrieval results by Google and proposed method.

カテゴリ	検索ワード	手法	軸 1		軸 2		軸 3		平均値	
			平均値	標準偏差	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差
国内	自民党	提案 (<i>imp</i>)	44.33	20.81	64.27	24.19	61.3	24.35	56.63	23.12
		提案 (<i>score</i>)	53.02	21.07	61.69	25.18	60.07	25.04	58.26	23.76
		既存	50.21	21.16	53.26	24.36	54.66	23.22	52.71	22.91
	選挙	提案 (<i>imp</i>)	51.41	23.47	58.13	24.78	59.48	23.65	56.34	23.97
		提案 (<i>score</i>)	50.95	21.00	54.69	24.77	59.20	23.12	54.95	22.96
		既存	53.24	17.99	59.92	19.8	60.19	22.46	57.78	20.08
国際	オバマ大統領	提案 (<i>imp</i>)	47.32	29.06	75.25	21.71	55.12	27.69	<u>59.23</u>	<u>26.15</u>
		提案 (<i>score</i>)	51.9	27.09	73.27	22.47	53.88	26.87	59.68	25.48
		既存	52.55	27.81	75.46	19.88	50.61	24.06	59.54	23.92
	NASA	提案 (<i>imp</i>)	48.94	22.8	67.32	24.53	51.33	24.81	55.86	24.05
		提案 (<i>score</i>)	48.74	22.45	66.45	25.00	51.49	25.52	<u>55.56</u>	<u>24.32</u>
		既存	48.77	21.85	67.27	21.16	55.43	21.77	57.16	21.59
経済	スターバックス	提案 (<i>imp</i>)	44.43	27.48	62.36	27.46	54.2	27.72	53.66	27.56
		提案 (<i>score</i>)	44.79	27.46	63.04	28.03	57.03	28.35	54.95	27.95
		既存	48.69	23.16	61.76	24.94	63.00	24.26	57.82	24.12
	増税	提案 (<i>imp</i>)	47.46	23.52	52.52	26.81	51.34	25.40	50.44	25.25
		提案 (<i>score</i>)	44.33	22.86	53.57	26.89	51.39	26.52	<u>49.76</u>	<u>25.42</u>
		既存	44.94	20.44	50.08	25.56	50.33	26.03	48.45	24.01
エンタメ	芥川賞	提案 (<i>imp</i>)	49.21	23.81	55.43	28.4	63.79	24.49	56.14	25.57
		提案 (<i>score</i>)	49.48	21.33	50.21	25.63	62.87	22.6	54.19	23.19
		既存	45.85	21.37	57.43	28.2	62.47	25.36	55.25	24.98
	AKB48	提案 (<i>imp</i>)	49.96	22.71	59.35	27.61	61.11	25.16	56.81	25.16
		提案 (<i>score</i>)	48.27	24.19	56.14	24.75	57.44	23.74	53.95	24.23
		既存	51.24	19.44	63.00	25.09	59.57	23.96	57.93	22.83
スポーツ	ウィンブルドン	提案 (<i>imp</i>)	55.34	19.48	68.84	25.20	50.25	25.46	58.14	23.38
		提案 (<i>score</i>)	49.16	22.83	63.89	28.45	45.56	24.82	<u>52.87</u>	<u>25.36</u>
		既存	55.95	18.45	67.53	19.26	52.39	24.63	58.62	20.78
	ワールドカップ	提案 (<i>imp</i>)	55.39	21.58	56.26	27.22	50.45	22.94	54.03	23.92
		提案 (<i>score</i>)	52.09	22.82	62.44	25.97	54.17	24.09	56.23	24.29
		既存	54.17	18.52	61.92	22.15	55.84	21.65	57.31	20.77
IT・科学	自動運転	提案 (<i>imp</i>)	48.14	24.78	64.1	26.87	52.4	27.56	54.88	26.4
		提案 (<i>score</i>)	51.80	22.37	65.00	25.64	50.15	25.83	55.65	24.61
		既存	48.05	25.04	65.18	28.19	49.28	25.25	<u>54.17</u>	<u>26.16</u>
	iPS 細胞	提案 (<i>imp</i>)	50.23	23.75	57.30	24.49	59.28	26.08	55.6	24.77
		提案 (<i>score</i>)	45.29	24.64	55.16	27.29	52.46	27.12	<u>50.97</u>	<u>26.35</u>
		既存	49.62	22.44	58.43	26.09	55.6	26.23	54.55	24.92
ライフ	家庭菜園	提案 (<i>imp</i>)	51.06	26.08	63.28	28.35	58.94	29.68	57.76	28.04
		提案 (<i>score</i>)	48.05	26.92	65.13	29.5	59.43	28.02	57.53	28.14
		既存	45.45	25.18	65.47	25.78	55.41	26.53	55.44	25.83
	花火大会	提案 (<i>imp</i>)	50.69	24.85	52.12	29.48	57.78	27.36	53.53	27.23
		提案 (<i>score</i>)	46.82	26.36	53.93	30.40	60.21	28.01	53.65	28.26
		既存	50.56	24.41	49.32	30.92	58.20	24.48	52.69	26.60

きかった [国内] カテゴリの「選挙」について, 既存手法と提案手法 (*imp* を用いた場合) により生成された感情グラフを示す. 既存手法による検索結果には, 主に選挙管理委員会の HP や過去の選挙結果に関するページなどが含ま

れていた. さらに, 政治関連の選挙だけでなく, アイドルやマスコットの選挙などに関するページも含まれていたため, すべての軸の平均値がポジティブな感情に偏った結果となっていた. 提案手法により新たに検索された Web

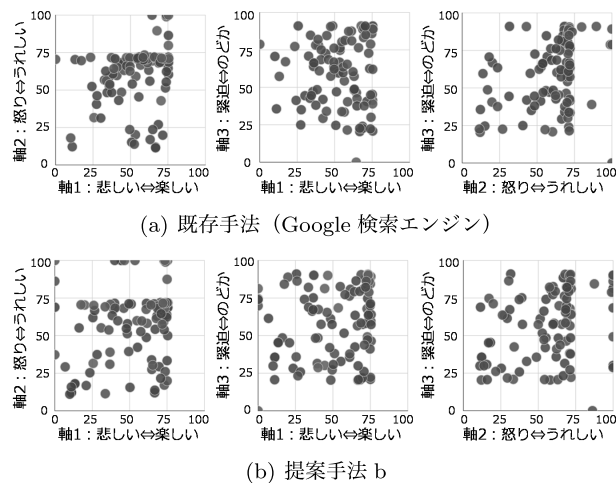


図 4 [国内] カテゴリの「選挙」の検索結果の感情分布

Fig. 4 Sentiment distribution in retrieval results by “Election”.

ページの例として、“選挙報道に新たな手法を生み出した - 藤谷 健 | WEBRONZA - 朝日 ...”というタイトルで“朝日新聞社の編集部部門は、3 年前からソーシャルメディア利用を報道の一環として位置づけ、Twitter（ツイッター）や Facebook（フェイスブック）などの積極的な活用を進めてきた。代表的な取り組み、”というスニペットのページ^{*4}が見つかった。このページの感情値は軸 1 が 70.54、軸 2 が 72.01、軸 3 が 81.17 であり、「楽しい」、「うれしい」、「のどか」な感情であることが分かる。また、“衆院選 各党の選挙公約 自民党・公明党 (14/12/01) - YouTube”というタイトルで“衆議院選挙は 2 日に公示を迎えます。1 日から 4 回にわたって各党の選挙公約のポイントをお伝えします。1 回目の 1 日は、政権与党の自民党と公明党です。自民党は「景気回復、この道しかない」と題してアベノミクスの推進を訴えています。・・・記事の続き、”というスニペットの動画ページ^{*5}も新たに検索結果に含まれた。このページの感情値は軸 1 が 13.45、軸 2 が 18.02、軸 3 が 45.37 であり、「悲しい」、「怒り」、「緊迫」した感情のページとして取得された。

4.2.3 考察

結果として提案手法の感情値の分散が有意に大きい場合が多かった。このことから、検索ワードや軸による差はあるものの、検索結果の感情分布を網羅する Web ページ検索のために提案手法が効果的であるといえる。また、補間語抽出手法として *imp* を用いた場合と *score* を用いた場合では、*score* を用いる方が感情分布を若干広げられたが、それらには有意差は確認されなかった。ただし、*score* のみでは感情を問わず用いられるような語が補間語として抽出される可能性があり、我々が意図する補間語の役割を果たしていない。そのため、補間語抽出手法の改良および抽出

^{*4} <http://webronza.asahi.com/journalism/articles/2015040200005.html>

^{*5} <http://www.youtube.com/watch?v=2Kv6ffUxCDQ>

表 8 感情辞書と被験者による感情値に対する t 検定結果（太字は有意水準 5%以下）

Table 8 Result of t-test for sentiment values measured by the sentiment dictionary and participants.

	軸 1	軸 2	軸 3
既存手法	0.86	0.41	0.02
提案手法	0.10	0.19	0.01

表 9 感情辞書と被験者による感情値の差分の絶対値の平均値

Table 9 Averages of the absolute values of the differences between sentiment values in respective retrieval results.

	軸 1	軸 2	軸 3	平均値
既存手法	13.28	15.59	28.37	19.08
提案手法	12.01	15.36	24.63	17.33

された補間語の適切さを評価する方法については今後検討の余地がある。

4.3 感情辞書を用いた感情値算出と話題適合性の評価

提案手法による検索結果の話題と検索ワードとの適合性および感情値の適合性を評価するために被験者実験を行った。被験者は情報系の学部または研究科に通う 20~22 歳の学生計 10 名（うち男子 9 名、女子 1 名）とした。被験者に提示する評価テキストとして、前述の検索ワードのうちの 7 つに対し各手法による検索結果から無作為に Web ページを 3 件ずつ取得し、各手法に対して計 21 件の Web ページのタイトルとスニペットを用いた。

4.3.1 感情値算出に関する評価

感情辞書に基づく感情値とユーザにより推定される感情値を検証した。そのために、被験者に評価テキストを提示し、各感情軸に対して Web ページの情報発信者の感情に近いと思われる感情値を 7 段階尺度（-3.0, -2.0, -1.0, 0, +1.0, +2.0, +3.0）の中からそれぞれ選択してもらった。そして、各手法による検索結果の各評価テキストに対して被験者が付与した感情値の平均値を 0 から 100 の値に換算し、感情辞書に基づく感情値と比較した。被験者による感情値と感情辞書に基づく感情値との差異の有意性を統計的に検証するために『感情辞書に基づく感情値と人手による感情値の平均値に差はない』とする帰無仮説のもと有意水準 5%で t 検定を行った。表 8 より既存手法と提案手法ともに軸 1 と軸 2 については帰無仮説は棄却されず、軸 3 については棄却された。この点で提案手法は既存手法と同等であるといえる。表 9 に軸ごとに差分の絶対値の平均値を計算した結果を示す。他の 2 本の軸と比べると、軸 3 は感情辞書に基づく感情値と被験者による感情値の差分の絶対値の平均値が高くなった。各平均値を比較したところ、前者は「緊迫」した感情に、後者は「ややのどか」な感情に偏っていたことが分かった。これは、今後感情辞書を改良する際に考慮すべき結果であるといえる。

4.3.2 話題適合性に関する評価

検索結果の話題が検索ワードの話題と適合しているかを検証した．具体的には，評価テキストと検索ワードを記載した文書を被験者に提示し，評価テキストからその検索ワードが連想されるか否かを回答してもらった．文書には「検索ワードをテキストから連想できる場合は数字の1を，否の場合には自身が連想した検索ワードを記入して下さい」という説明文とともに記入例を示した．話題の適合度を評価するための尺度として話題適合率を用いた．この尺度は，評価テキストの話題が検索ワードの話題と一致していると判定された評価テキスト数（＝被験者が1とした評価テキスト数/21）により算出される．既存手法と提案手法の話題適合率はそれぞれ91.00%と89.41%となり，提案手法の方が話題との適合度は低くなった．しかし，検索結果における話題の適合度としては約90%という値は十分に高いといえる．

次に，21件の評価テキストを確認したところ，既存手法で得られた評価テキストには辞書や公式サイトが多く含まれており，内容が類似しているものも多く見られた．一方，提案手法で得られた評価テキストでは辞書や公式サイトが相対的に少なく，代わりにニュース記事やブログが多く含まれていた．たとえば，「自民党」という検索ワードで既存手法により検索された評価テキストには，自由民主党の公式サイト，wikipediaやFacebookのページなどがあつた．一方，提案手法により検索された評価テキストには，自民党の政策に関するニュース記事，知事の辞職に自民党議員が寄せたコメント，自民党の選挙に対する取り組みに関する記事などが含まれていた．このように，提案手法では検索ワードをサブトピックとして扱ったWebページが増加したことから，既存手法よりも低い話題適合率になったと考えられる．

4.4 全文から算出した感情値との比較

Webページのタイトルとスニペットを用いた場合と全文を用いた場合について，システムの実行時間と感情値の観点から比較検証し考察した．

4.4.1 実行時間

一般的に，検索結果のタイトルとスニペットはAPIを用いて取得できる．提案システムで用いたGoogle Custom Search APIでは，1回の問合せにかかる時間は平均0.3秒であつた．なお，APIの制限により各問合せで取得可能な検索結果は10件である．一方，検索結果の全文を取得するAPIは提供されておらず（2015年8月現在），既存のAPIで取得されるURLをもとに各WebページにアクセスしてHTMLタグを解析する必要がある．今回はGoogle Custom Search APIで取得したURLを用いてWebページのテキストを自動的に抽出した．

この結果，最大120件の本文取得時間は平均70秒であつ

た．提案システムでは初期検索により検索結果を取得し，補間語を用いて n 回再検索するため，本文取得のために $O(n)$ の時間がかかる．また，感情辞書を用いた感情値算出にかかる時間はタイトルとスニペットの場合は平均0.9秒であり，全文の場合は約2.9秒であつた．この比較評価により，タイトルとスニペットを対象とするとシステム実行時間を大幅に短縮できるため，実用面でのメリットが高いことを具体的に示した．

4.4.2 感情値の確からしさ

タイトルとスニペットから算出した感情値の確からしさを検証するために，全文から算出した感情値と比較した．それぞれから算出した感情値との差異の有意性を統計的に検証するために『タイトルとスニペットから算出した感情値と全文から算出した感情値の平均値に差はない』とする帰無仮説のもと有意水準10%で t 検定を行った．表10にカテゴリごとの結果を示す．[経済]，[エンタメ]および[IT・科学]カテゴリの軸1，[IT・科学]カテゴリの軸2および[ライフ]カテゴリの軸1および軸2については帰無仮説が棄却され，タイトルとスニペットから算出した感情値と全文から算出した感情値の平均値には有意な差が存在することが分かった．Webページの全文を対象としたとき，多くのWebページはフレーム構造などにより本文以外に広告やページ全体に関わるフレーズなどを含む構成となっているため，本文の話題と関連性のない語も感情値算出に用いられると，本文の話題以外の感情値の影響を受けてしまう．一方，スニペットは検索ワードと関連のある部分を本文中から抜き出したものであるため，感情値の確からしさも増すと考えられる．

本論文ではシステムの実用性を重視するために，タイトルとスニペットから算出した感情値をWebページの感情値としたが，提案アルゴリズムは全文にも適用可能である．今後，タイトル・スニペットを対象とするか，全文を対象とするかをユーザが選択可能にする改良を検討する．また，感情値の確からしさや実行時間に関してさらに詳細な調査を行い，HTML5に適応したページの普及も見込み

表 10 タイトルとスニペットから抽出した感情値と全文から抽出した感情値に対する t 検定結果（太字は有意水準10%以下）

Table 10 Result of t -test for sentiment values measured from titles and snippets and those measured from full-texts.

カテゴリ	軸 1	軸 2	軸 3
国内	0.67	0.51	0.50
国際	0.16	0.23	0.35
経済	0.00	0.27	0.53
エンタメ	0.00	0.26	0.40
スポーツ	0.48	0.19	0.36
IT・科学	0.00	0.19	0.02
ライフ	0.05	0.06	0.26

つつ、タイトルやスニペット以外の必要な情報を適切に特定する手法についても検討する。

5. まとめ

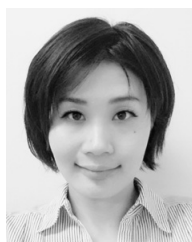
本論文では、話題（検索ワード）に対する Web ページ情報発信者の感情の多様性を考慮した検索・提示システムを開発した。先行研究で構築された感情辞書を用いて検索ワードにより得られた各 Web ページの感情値を抽出し、複合的な感情を有する Web ページから重要度の高い単語を補間語として抽出した。抽出した補間語を用いた再検索により収集した Web ページの感情値に基づき感情マップにマッピングし、3つの感情グラフ（散布図）を生成した。これにより、話題に対する検索結果内における感情の多様性を考慮した Web ページの検索を実現するとともに、3つの感情グラフ上における Web ページの位置に基づき各 Web ページにおける複合的な感情を可視化した。評価実験では、提案手法が既存手法よりも話題に対する多様な感情の Web ページを網羅的に抽出したことを統計的検定により示した。

今後の課題として、各感情軸に基づく感情との関連性が高い補間語を適切に抽出・評価する手法や、効率的な再検索手法を検討する。また、話題に対する Web ページ情報発信者の時間経過による感情変化についても検証する予定である。さらに、今回は情報発信者の感情の多様性に着目したが、受信者の印象の多様性を抽出して比較分析することを検討している。情報受信者の印象は Web ページに対するコメントやマイクロブログから抽出する予定である。そのために、ユーザ発信コンテンツに特化した感情辞書の構築も進める計画である。

謝辞 本研究の一部は、総務省戦略的情報通信研究開発事業（SCOPE）および JSPS 科研費 24780248, 26330347, 26870090 により実施した。ここに記して謝意を表す。

参考文献

- [1] Demartini, G. and Siersdorfer, S.: Dear Search Engine: What's Your Opinion About...?: Sentiment Analysis for Semantic Enrichment of Web Search Results, *Proc. 3rd International Semantic Search Workshop, SEMSEARCH '10*, pp.4:1–4:7 (2010).
- [2] Minami, K., Wakamiya, S., Hata, N., Kawai, Y., Kumamoto, T., Zhang, J. and Shiraishi, Y.: Comprehensive Web Search based on Sentiment Features, *Proc. 2014 IAENG International Conference on Internet Computing and Web Services, ICICW '14*, pp.483–488 (2014).
- [3] 熊本忠彦, 河合由起子, 田中克己: 新聞記事を対象とするテキスト印象マイニング手法の設計と評価, *信学論 (D)*, Vol. J94-D, No.3, pp.540–548 (2011).
- [4] Na, J.-C., Khoo, C.S.G., Chan, S. and Hamzah, N.B.: Sentiment-based Search in Digital Libraries, *Proc. 5th ACM/IEEE-CS Joint Conference on Digital Libraries, JCDL '05*, pp.143–144 (2005).
- [5] 藤井 敦: OpinionReader: 意思決定支援を目的とした主観情報の集約・可視化システム, *信学論 (D)*, Vol.91, No.2, pp.459–470 (2008).
- [6] 酒井義和, 荒木健治: 反対語を利用した文脈依存評価表現の感情極性判定, *信学論 (D)*, Vol.93, No.9, pp.1778–1789 (2010).
- [7] Vural, A.G., Cambazoglu, B.B. and Senkul, P.: Sentiment-focused Web Crawling, *Proc. 21st ACM International Conference on Information and Knowledge Management, CIKM '12*, pp.2020–2024 (2012).
- [8] Chelaru, S., Altingovde, I.S., Siersdorfer, S. and Nejd, W.: Analyzing, Detecting, and Exploiting Sentiment in Web Queries, *ACM Trans. Web*, Vol.8, No.1, pp.6:1–6:28 (2013).
- [9] Takaoka, K. and Nadamoto, A.: Words-of-wisdom Search Based on Multi-dimensional Sentiment Vector, *Proc. 13th International Conference on Information Integration and Web-based Applications and Services, iiWAS '11*, pp.66–73 (2011).
- [10] Kumamoto, T. and Tanaka, K.: Web OpinionPoll: Extracting People's View by Impression Mining from the Web, *Proc. 14th ACM Conference on Information and Knowledge Management*, pp.265–266 (2005).
- [11] 張 建偉, 河合由起子, 熊本忠彦, 白石優旗, 田中克己: 多様な印象に基づくニュースサイト報道傾向分析システム, *知能と情報*, Vol.25, pp.568–582 (2013).
- [12] 河合由起子, 熊本忠彦, 田中克己: 印象と興味に基づくユーザ選好のモデル化手法の提案とニュースサイトへの応用, *知能と情報*, Vol.18, No.2, pp.173–183 (2006).
- [13] Kawai, Y., Kumamoto, T. and Tanaka, K.: Fair News Reader: Recommending News Articles with Different Sentiments Based on User Preference, *Proc. International Conference on Knowledge-Based Intelligent Information and Engineering Systems, KES '07*, Vol. LNAI4692, pp.612–622 (2007).
- [14] 南 勝利, 河合由起子, 張 建偉, 白石優旗, 熊本忠彦: 感情に基づく対極性感情検索手法の提案, *情報科学技術フォーラム講演論文集*, Vol.11, No.4, pp.81–86 (2012).



若宮 翔子（正会員）

奈良先端科学技術大学院大学博士研究員。2011年兵庫県立大学大学院環境人間学研究科博士前期課程修了。2013年同大学院環境人間学研究科博士後期課程修了。2014年京都産業大学コンピュータ理工学部研究員を経て、2015年より現職。博士（環境人間学）。ソーシャルメディアコンテンツ分析とその応用に関する研究に従事。日本データベース学会会員。



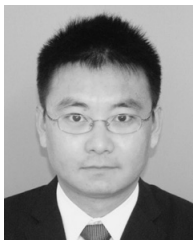
河合 由起子 (正会員)

京都産業大学コンピュータ理工学部准教授。2001年奈良先端科学技術大学院大学情報科学研究科情報システム学博士後期課程修了。同年独立行政法人情報通信研究機構（現、国立研究開発法人情報通信研究機構）、2006年京都産業大学理学部コンピュータ科学科講師を経て、2008年より現職。博士（工学）。情報推薦、Webマイニング、信憑性分析の研究に従事。電子情報通信学会、日本データベース学会各会員。



熊本 忠彦 (正会員)

千葉工業大学情報科学部情報ネットワーク学科教授。1988年筑波大学第三学群情報学類卒業。1990年同大学大学院理工学研究科修士課程修了。同年郵政省通信総合研究所（現、国立研究開発法人情報通信研究機構）。2007年千葉工業大学情報科学部情報ネットワーク学科准教授を経て、2010年より現職。印象マイニングとその応用に関する研究に従事。1996年博士（工学）（筑波大学）。FIT2004論文賞受賞。電子情報通信学会、人工知能学会、日本データベース学会、日本知能情報ファジィ学会、日本感性工学会各会員。



張 建偉 (正会員)

筑波技術大学産業技術学部助教。2005年筑波大学大学院システム情報工学研究科博士前期課程修了。2008年同大学院同研究科博士後期課程修了。博士（工学）。埼玉大学情報メディア基盤センター産学官連携研究員、京都産業大学コンピュータ理工学部特定研究員を経て、2012年より現職。Webマイニング、Web情報システム、情報保障の研究に従事。ACM、日本データベース学会各会員。



白石 優旗 (正会員)

筑波技術大学産業技術学部産業情報学科講師。1999年九州大学工学部電気情報工学科退学（飛び級）。2004年同大学大学院システム情報科学府博士後期課程単位取得退学。博士（情報科学）。高知工科大学総合研究所助手、高知工科大学総合研究所助教、高知工科大学地域連携機構助教、京都産業大学コンピュータ理工学部特定研究員を経て、2013年より現職。ニューラルネットワーク、機械学習、Web情報システム、デジタル信号処理、ソフトコンピューティング、複雑系科学、情報保障の研究に従事。電子情報通信学会、人工知能学会、計測制御自動学会、電気学会、日本手話学会、IEEE各会員。