

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 6 月 26 日現在

機関番号：32682

研究種目：若手研究(A)

研究期間：2011～2014

課題番号：23680006

研究課題名(和文) インタラクティブな再ランキング・再サーチを可能とする次世代検索に関する研究

研究課題名(英文) Study on realizing next generation search by interactive reranking and researching

研究代表者

中村 聡史 (Nakamura, Satoshi)

明治大学・総合数理学部・准教授

研究者番号：50415858

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 13,600,000円

研究成果の概要(和文)：本研究プロジェクトでは、情報検索におけるユーザの検索意図やコンテキスト、プロフィールといった情報を、視線の動きによって推定したり、興味を持てるような観点語を質問応答サービスから取得して提示する手法などを実現した。また、本手法によって、検索結果をダイナミックに再ランキング、再サーチする手法を実現し、ユーザの情報検索行動を手助けする手法を実現した。さらに、マルチメディアコンテンツに対する対話的な検索も実現した。

研究成果の概要(英文)：In this project, we proposed a method to estimate search user's intention, context and profile by monitoring user's behaviors such as eye movements and mouse movements and so on. In addition, we proposed a method to encourage users to re-rank search results by providing more interesting terms extracted from Q&A contents. Furthermore, we also proposed a method to search multimedia content interactively.

研究分野：ヒューマンコンピュータインタラクション

キーワード：サーチインタラクション 再検索 再ランキング

1. 研究開始当初の背景

膨大な情報がウェブ上に溢れている現代において、各種の検索サービスは人が情報を得るツールとして必要不可欠なものとなってきている。ユーザは検索サービスを利用することで、テキストのみならず画像や商品など各種の情報を探ることができる。

ユーザが検索を行う際、ユーザは検索開始時に思い浮かべている検索意図 I_f や、ユーザや周辺のコンテキスト I_c 、ユーザの好みや知識背景などのプロフィール I_p など膨大な情報に基づきキーワード群であるクエリ I_q を作り、検索システムに伝えている。検索サービスは膨大なアーカイブ I_a から検索結果 I_r を選びユーザに提示する (図 1)。

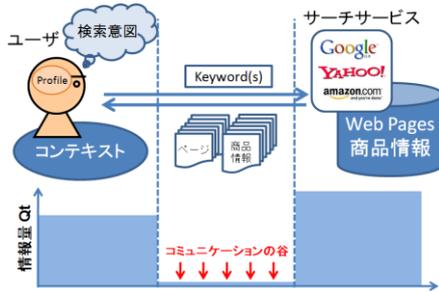


図 1. 従来の検索のインタラクション

ここである情報 I の情報量を $Q_t(I)$ とするとき、 $(Q_t(I_f) + Q_t(I_c) + Q_t(I_p)) \gg Q_t(I_q) < Q_t(I_r) \ll Q_t(I_a)$ である。この情報量の関係はユーザと検索サービスを隔てる大きな谷を表しており、この谷は検索を難しくしている理由の一つである。一方、検索における過度の商業化による悪質な SEO 技術の横行などにより、PageRank などの情報評価手法の信頼性が揺らいでいる。これは、検索結果のランキングが検索サービスのランキング手法に依存しておりユーザが自身の意図または視点で検索結果をランキングできないことが大きな要因である。

そこで我々は、ユーザと検索サービスの間の橋渡しをすることで、コミュニケーションの谷の問題を解決する。ここでは、インタラクション技術により双方が少しずつ歩み寄ることで、情報検索を効率化する。実際には、ユーザの意図に基づくダイナミックな再ランキングおよび再サーチと、検索における再ランキングと再サーチを支援する押し付けでない魅力的な情報提示手法を確立する (図 2)。

クエリログに基づく検索意図推定の研究は多数なされているが、ユーザの意図の多様性を無視しており十分ではない。また、プロフィールやコンテキストに基づく情報推薦の研究もなされているが、どのようにしてそうした情報を収集するのかという点が欠けている。本申請で提案する意図やプロフィール、コンテキストを動的に引き出す手法はこの問題を解決するものである。

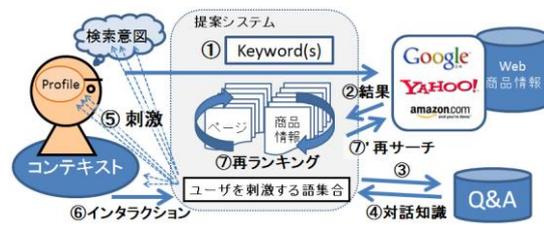


図 2. 提案するインタラクション

なお、我々の実施した情報検索に関する調査によると、検索の動機は多様であり、半数以上の人々が通常検索結果の上位 5 件程度しか見ていなかった。また、23.2% の人がランキングに不満を抱いており、18.7% のユーザが企業が検索エンジン会社に支払った額がランキングに影響していると考えていた。さらに、多くの人が自身の意図により検索結果の再ランキングを行いたいと答えていた。一方、Ryen らのクエリログに関する調査によると、「”」や「-」、 「site:」などを利用できる Advanced User はわずか 8.7% にすぎないことがわかっている。つまり、一般的なユーザでも手軽に利用できるようにするため、十分にインタラクションについて考慮する必要がある。

2. 研究の目的

本研究の目的は、情報検索におけるユーザの検索意図やコンテキスト、プロフィールを、押しつけでないインタラクションにより引き出しつつ、検索結果をダイナミックに再ランキング、再サーチする次世代の情報検索手法を実現することである。また、検索意図のや検索意図の移り変わりなどを行う仕組み、オノマトペを検索に利用する方法、マルチメディアコンテンツの検索についても取り組む。

3. 研究の方法

目は口ほどに物をいうと言うとおり、検索ユーザの視線に色々な意図が現れている可能性がある。そこでまず、検索ユーザの視線の動きから検索ユーザの意図を推定し (図 3)、再ランキングまたは再検索を可能とするユーザインタフェースを実現する。またその発展として、ユーザの検索意図の変化がどのように変化しているのかということを目線の動きやマウスの動き、検索で入力されたクエリなどから推定する手法を実現する (図 4)。

ユーザの注目を集めたWebページ中の語から検索意図を推定

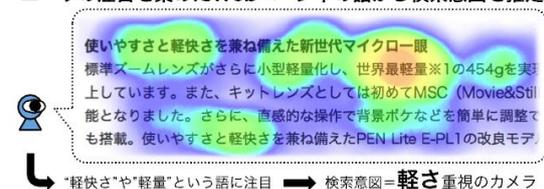


図 3. 視線から検索意図を推定

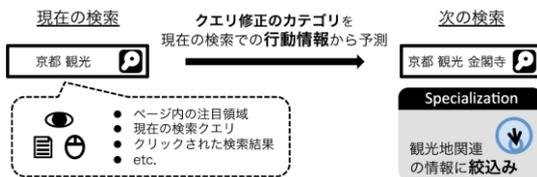


図 4. 検索時の行動からの意図推定

一方、人の質問応答は、回答者を検索システムととらえた時に、質問者と回答者の間は一種の検索の対話であるといえる。ここでは、質問者から提示される情報の中で足りないものを、回答者が要求したり、補足的な情報を提示することによってさらなる情報を引き出したりする。このような対話が質問応答サイトには膨大に集まっているといえる。そこで、この質問応答サイトにおけるやりとりから、検索ユーザの意図を引き出したり、補足的な情報を提示する手法を実現する(図5, 6)。

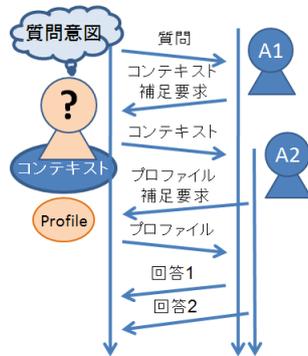


図 5. 質問応答サイトにおける質問者と回答者のやりとり

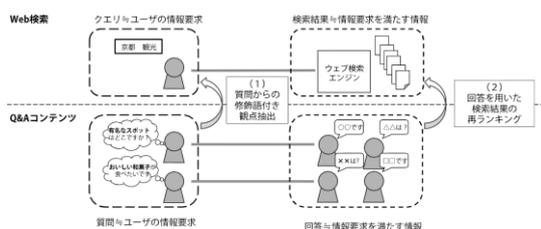


図 6. 検索を質問応答の結果で補助

料理レシピ検索は欠かせないものになっており、Cookpadなどの料理投稿・検索サイトは多くの閲覧者を集めている。こうした料理を検索する際には、明確にこの料理を作りたいといった意図があることもあるが、何となくこんな感じのものを作りたいという明確な意図が存在せず、曖昧に意図をもっていることが少なくない。こうした曖昧な事を表現する際、日本人は「とろふわのオムライス」や「パリパリしたパスタ」「モチモチした料理」のように、しばしばオノマトペ(擬音語や擬態語のこと)を利用している。そこで、料理検索をしているユーザにオノマトペを提示し、オノマトペを選択してもらうことによって検索結果の再ランキングを行い、何らかの料理にたどりつくことを支援する手法

を実現する(図7)。



図 7. オノマトペでの検索

マルチメディアコンテンツの検索においては、コンテンツ自体にテキスト情報が含まれないため検索が困難であるという問題がある。そこでここでは、動画共有サイトにアップロードされている膨大な動画の中から、動画に付与されたコメントから動画の内容を推定し、登場人物や動画に対する印象など、ユーザの意図に沿った検索を可能とする仕組みを実現する。また、楽曲動画に対して付与されるべき印象タグを、楽曲の特徴量や歌詞、コメントなどから推定することにより、印象ベースでの検索を支援する仕組みを実現する(図8)。そうした結果の検証を行うため、500曲の楽曲動画を対象とした音楽評価データセットを構築する。



図 8. 印象による検索の支援

さらに、ウェブ検索だけでなく、これからの将来必要となってくる、人の記憶の記録である「主観写真ライフログ」の検索についても取り組んでいる。このライフログの検索では、ユーザの記憶がかなり曖昧であり、意図も言語化することが難しいため検索は難しい(図9)。そのため、こうした主観写真ライフログにおいても、ユーザの意図やコンテキスト、プロフィールや検索意図の移り変わりなどを、インタラクションにより引き出す手法が重要となる。そこで、この研究では、時間と空間、そして人間関係を考慮して関連情報及び写真を提示することで、主観写真ライフログを柔軟に検索可能とする仕組みを実現する。

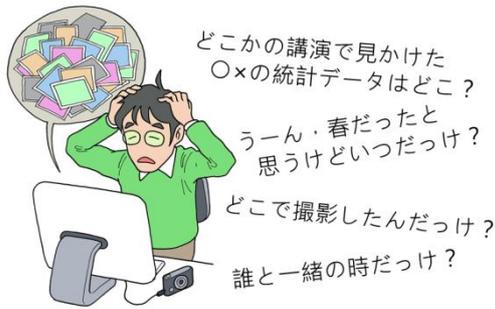


図 9. 主観写真ライフログ検索の難しさ

4. 研究成果

視線による検索意図の推定では、視線検出装置を利用してシステムを構築し、コンテンツ内の単語の出現頻度と、ユーザが注目した単語への滞留時間を考慮した手法を提案し、その有効性について他の手法を実装して検討を行った。その結果、図 10 のように nMGT という提案手法（視線と語の出現頻度を正規化し、掛け合わせる手法）が最も良い結果となった。また、本提案手法を実装し、視線を利用した再ランキング・再検索を可能とした（図 11）。

	nDCG@15			MAP@15
	Task 1	Task 2	Ave.	Ave.
TF	0.758	0.747	0.753	0.586
GAZE	0.806	0.763	0.784	0.594
MGT	0.823	0.752	0.788	0.583
nMGT	0.826	0.805	0.816	0.652
DGT	0.683	0.722	0.702	0.394
nDGT	0.700	0.656	0.678	0.393

図 10. 視線による意図推定精度



図 11. 視線から推定された検索意図に基づく検索結果の再ランキング UI

一方、検索行動におけるユーザの意図の変化を推定するため、Boldi らの検索意図修正に関する分類参考にして、Generalization, Specialization, Parallel Move, Mission Change, Error Correction という 5 つの遷移の推定を行った。その結果、5 種類の修正タイプに対して提案手法（ユーザの検索行動をもとに機械学習によって分類器を構成する手法）は、約 40%の精度で推定できることが

分かった。また、ページ中の周辺領域への注目や広告情報への注目、検索クエリの長さといったものが有効に利用できることがわかった。

質問応答サイト上の大規模な対話コーパスから、ユーザの検索意図をよりよく引き出す手法を実現した。ここでは、ユーザの興味を引く単語を提示する手法を実現することを目的とし、「有名な観光地」や「美味しい和菓子屋」といった修飾語付き観点を抽出する手法を提案した（図 12）。また、その修飾語付き観点に基づく再ランキング手法を実現した。さらに、本提案手法の有用性を、旅行・病気・買物・料理という 4 ジャンルの検索タスクについて実験を行い、買物以外の検索タスクにおいて提案手法がかなり有用であることを明らかにした（図 13）。

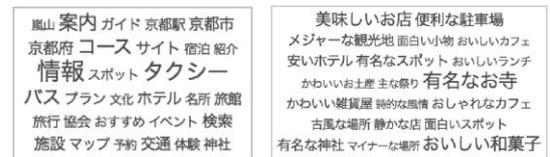


図 12. (a) 検索結果から頻度の高い語を抽出 (b) QA から修飾語付き観点を抽出

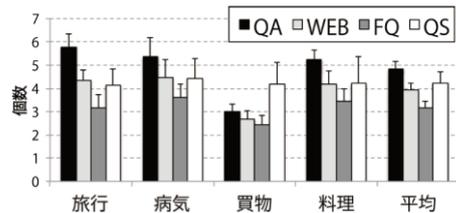


図 13. 旅行・病気・買物・料理のタスクにおいて提案手法 QA が良い結果となっていた

一方、オノマトペを利用して検索可能とするため、オノマトペロリを実現した（図 14）。



図 14. オノマトペロリ

初期バージョンのオノマトペロリでは、ユーザが入力したキーワードが含まれる検索結果について、含まれているオノマトペを抽出して頻度に応じて提示するものであった。しかし、オノマトペが含まれない料理のレシピは多く、そのままでは検索できないことも多かった。そこで、料理レシピに含まれる素材や料理方法などからオノマトペ度合いを推

定し、そうしたオノマトペでの検索および再ランキングを可能とする仕組みも実現した。なお、オノマトペの提示において重要となるのは、オノマトペ同士の関係性である。オノマトペは様々なものが利用されているが、そのオノマトペと料理の味との関係性などは明らかになっていない。そこで、オノマトペと味覚の要素の関係性を明らかにするため、Crowd4U というマイクロボランティアの仕組み (図 15) を利用し、252 件のオノマトペ (ひらがな・カタカナ) について、「シャープな・マイルドな」や「弾力のある・弾力のない」「硬い・柔らかい」などのような 15 の表現軸を設定し、10 人以上に評価を行ってもらうことにより、オノマトペ味覚データセットを構築した (図 16)。



図 15. Crowd4U によるデータセット構築

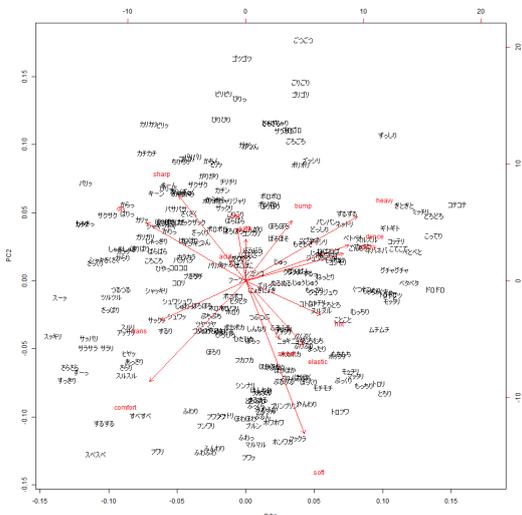


図 16. 味覚にまつわるオノマトペマップ

さらに、こうしたオノマトペを利用した検索の可能性を明らかにするために、オノマトペがどのように利用されているのかといった調査も行った。これにより、利用されるオノマトペの地域性 (しっかり、はっきり、じっくりなどの強意型オノマトペは関西で利用される傾向が高いなど) や、オノマトペの時間的変化なども明らかにすることが出来た (図 17)。この仕組みを利用することにより、オノマトペを多用する地域からのアクセス

においては積極的にオノマトペを提示していくなどの方法が考えられる。

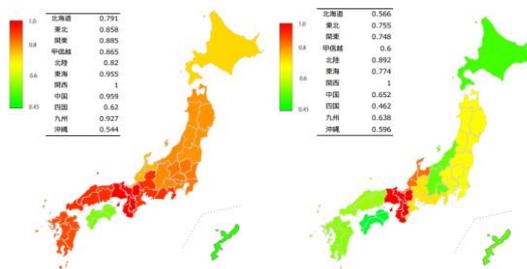


図 17. (左)オノマトペの使用頻度 (右) 強意型オノマトペ (しっかり, はっきり, じっくりなど) の使用頻度の

一方、マルチメディアコンテンツの検索の可能性を明らかにするため、音楽運動動画の印象評価に関するデータセットを構築した。このデータセットでは、500 曲の動画について 8 種の印象評価軸を設定し、大規模な印象評価データセットを構築している。またこの研究より、印象に基づく検索においてどういった要素が重要となるかということも明らかにすることが出来た。また、マルチメディア検索の一つとして、パーソナルアーカイブの 1 つである写真ライフログのユーザの意図やコンテキスト、プロフィールを利用した再検索手法では、時間や空間、人間的な関係性を考慮して再検索・再ランキングを行っていき、目的とする画像を探索可能とする仕組みを実現した。また、長期的な運用により、数十万枚レベルの主観写真ライフログに対して問題なく利用できていることを明らかにした (図 18)。



図 18. 人間関係の利用

なお、これまでの研究の副次的な成果として、情報検索において忘れられがちなユーザインタフェースという観点について世の中に広く啓蒙するため、「失敗から学ぶユーザインタフェース～世界は BADUI (バッド・ユーアイ) であふれている」という本を執筆および出版した。ここでは、悪いユーザインタフェースという点で、ウェブ上の困った検索システムの事例を示し、どこに問題があるのか、そしてどういった点に注意すべきなのかという点について詳しく説明を行った。

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 10 件)

1. 平田佐智子, 中村聡史, 小松孝徳, 秋田喜美: 国会会議録コーパスを用いたオノマトペ使用の地域比較, 人工知能学会論文誌, Vol. 30(2015), No. 1, p. 274-281 (2015).
2. 渡辺知恵美, 中村聡史: オノマトペロリ: 味覚や食感を表すオノマトペによる料理レシピのランキング, 人工知能学会論文誌, Vol. 30(2015), No. 1, p. 340-352 (2015).
3. 山本岳洋, 中村聡史: 視聴者の時刻同期コメントを用いた楽曲動画の印象分類, 情報処理学会論文誌 (トランザクション) データベース (TOD58), Vol. 6, No. 3, pp. 61-72 (2013-06-28).
4. 梅本和俊, 山本岳洋, 中村聡史, 田中克己: 視線情報からの注目語抽出に基づく検索意図のリアルタイム推定, 情報処理学会論文誌 (トランザクション) データベース (TOD58), Vol. 6, No. 3, pp. 120-131 (2013-06-28).
5. 梅本和俊, 中村聡史, 山本岳洋, 田中克己: Web 検索時の行動情報を用いたクエリ修正タイプの予測, 情報処理学会論文誌 (トランザクション) データベース (TOD58), Vol. 6, No. 3, pp. 132-147 (2013-06-28).
6. 佃洗撰, 中村聡史, 田中克己: 映像に付与されたコメントを用いた登場人物が注目されるシーンの推定, 情報処理学会論文誌 52(12), 3471-3482 (2011-12-15).
7. 旭直人, 山本岳洋, 中村聡史, 田中克己: 比較文集約に基づくエンティティ間の順序関係推定による補間エンティティの発見, 情報処理学会論文誌 52(12), 3527-3541 (2011-12-15).
8. 佃洗撰, 中村聡史, 山本岳洋, 田中克己: レシピ検索のためのレシピの構造とその安定度を考慮した追加・削除可能な食材の推薦, 電子情報通信学会和文論文誌 A 料理を取り巻く情報メディア技術特集号, Vol. J94-A, No. 7, pp. 476-487 (2011-7).
9. 山本岳洋, 中村聡史, 田中克己: Q&A コンテンツからの観点抽出に基づくウェブ検索支援, 情報処理学会論文誌 (トランザクション) データベース, Vol. 4, No. 2 (TOD50), pp. 74-87 (2011-6).
10. 梅本和俊, 山本岳洋, 中村聡史, 田中克己: ユーザの視線を利用した検索意図推定とそれに基づく情報探索支援, 日本データベース学会論文誌 Vol. 10, No. 1, pp. 61-66 (2011-6).

[学会発表] (計 26 件)

1. Takehiro Yamamoto, Satoshi Nakamura: Leveraging Viewer Comments for Mood Classification of Music Video Clips, Proceedings of the 36th Annual International ACM SIGIR Conference on Research and Development in Information Retrieval (SIGIR 2013), pp. 797-800, July 2013.
2. Kazutoshi Umemoto, Takehiro Yamamoto, Satoshi Nakamura, Katsumi Tanaka: Predicting query reformulation type from user behavior, Proceedings of the ACM SAC2013, pp. 894-901 (2013).
3. Kazutoshi Umemoto, Takehiro Yamamoto, Satoshi Nakamura, Katsumi Tanaka: Search Intent Estimation from User's Eye Movements for Supporting Information Seeking, Advanced Visual Interfaces (AVI 2012), pp. 349-356.
4. Takehiro Yamamoto, Satoshi Nakamura, Katsumi Tanaka: Extracting Adjective Facets from Community Q&A Corpus, Proceedings of the 20th ACM Conference on Information and Knowledge Management (CIKM 2011), pp. 2021-2024, Glasgow, UK (Oct. 2011).
5. Takehiro Yamamoto, Satoshi Nakamura, Katsumi Tanaka: RerankEverything: A Reranking Interface for Exploring Search Results, Proceedings of the 20th ACM Conference on Information and Knowledge Management (CIKM 2011), pp. 1913-1916, Glasgow, UK (Oct. 2011).

[図書] (計 1 件)

1. 失敗から学ぶユーザインタフェース - 世界はBADUI (バッドユーアイ) であふれている, 中村聡史, 技術評論社, 2015, pp. 1-256.

[産業財産権]

○出願状況 (計 0 件)

○取得状況 (計 0 件)

[その他]

ホームページ等

<http://snakamura.org/research/>

<http://rerank.jp/>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

中村 聡史 (NAKAMURA, Satoshi)

明治大学・総合数理学部・准教授

研究者番号: 50415858