

令和 5 年 6 月 9 日現在

機関番号：12102

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2019～2022

課題番号：19H04418

研究課題名(和文) 情報検索における思考の言語化にもとづく検索インタラクションの会話化

研究課題名(英文) Conversationalisation of Search Interaction Based on Verbalisation of Search Intents

研究代表者

上保 秀夫 (Joho, Hideo)

筑波大学・図書館情報メディア系・教授

研究者番号：00571184

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 12,500,000円

研究成果の概要(和文)：本研究「情報検索における思考の言語化にもとづく検索インタラクションの会話化」は、検索インタラクションの会話化を強化する観点から、(1)検索思考内容の収集、(2)検索思考内容の言語表現データベースの構築、(3)検索思考内容言語表現の推定分析、(4)会話検索システムプロトタイプの開発と評価を実施し、会話検索システムの技術的課題を考察した。本研究の具体的な成果としては、多様な検索方略の発見、それらの言語表現データベース構築、推定が困難な検索方略の同定、プロトタイプシステムの構築、そして、今後の技術課題の解明があげられる。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究では、従来研究されてきたキーワード検索方式において「無言」で行われてきたユーザと検索システムとのやりとりを検索方略に焦点を当てることで言語化できたことに学術的意義がある。また、言語化された検索方略のうち、言語表現から推定の容易な検索方略と困難な方略を解明できた点、検索方略分類器を実装することで会話検索のプロトタイプシステムの開発と評価を実現できた点も学術的意義がある。一方、近年生成系対話型AIが情報アクセスの一手段として急速に普及していく中で、検索方略というユーザ視点から会話検索システムの技術課題を明らかにできた点に社会的意義がある。

研究成果の概要(英文)：This research "Conversationalisation of Search Interaction Based on Verbalisation of Search Intents" considers technical issues of conversational search systems from the viewpoint of enhancing conversationalization of search interaction, by (1) collecting search intents/tactics, (2) constructing a database of linguistic expressions of search intents/tactics, (3) analyzing estimation of linguistic expressions of search intents/tactics, and (4) developing and evaluating a prototype conversational search. Furthermore, we developed and evaluated a system prototype, and considered technical issues for a conversational search system. The major achievements of this research include: (1) discovery of diverse search intents/tactics, (2) construction of a database of linguistic expressions of search intents/tactics, (3) identification of search intents/tactics that are difficult to predict, (4) construction of a prototype system, and (5) proposal of future technological issues.

研究分野：情報学

キーワード：情報検索 会話検索

1. 研究開始当初の背景

近年、アマゾンやグーグルが製造するスマートスピーカーや、LINE やフェイスブックが提供するチャットボットシステムなどの普及により、音声あるいはテキスト形式による情報サービス利用の「会話化」が進んでいる。自然言語による会話を主体とした情報サービスの利用は直感的で自然なやりとりであるため、幅広いユーザ層にサービスを利用してもらえるとという大きなメリットがある。

このような背景のもと、検索エンジンを研究する情報検索分野においても、2017 年から会話式の情報検索システムに関する研究活動が本格化しており、従来のキーワード検索方式から、システムとの自然な会話を通して必要な情報を検索する会話検索方式へと研究対象となる検索方式が展開してきている。

しかし現状の会話検索システムは、一問一答型の単純な質問応答やキーワードに照合したウィキペディアのページ概要を読み上げるなど、単純な検索タスクしか解決できていない。実際、最新のスマートスピーカーに少しでも複雑なリクエストを送ると「分かりません」という応答が返ってくる。会話検索は新しい研究課題であるため、1つの理想である図書館レファレンスサービスのようなやりとりの実現には課題が多い。

高度な検索タスクにも対応できる会話検索を実現するための大きな障害の1つは、理想的な検索会話に関するデータと知見不足である。すなわち、これまで研究されてきたキーワード検索方式では、ユーザと検索システムとのやりとり(検索インタラクションと呼ぶ)の大部分が「無言」で行われているため、会話を主体とした検索インタラクションの要件や全体像に関する知見が蓄積されていない。

2. 研究の目的

本研究課題の目的は、検索システムとユーザの双方をやりとりの主体として捉えた上で、検索インタラクションに存在する様々な思考内容を言語化することで、検索会話の特性や技術的課題を明らかにすることである。

背景でも触れたように、ユーザは検索中に様々な思考を行うが、従来の検索方式ではその多くがシステムに伝達されない。例えば、ユーザは検索対象である主題について精通している、していないなどの自己評価をもつ。この情報が言語化されて検索システムに伝われば、検索システムは文書の読みやすさや語彙水準を考慮した順位づけを行うことができる。同様に、情報の鮮度に関する希望がユーザによって言語化されれば、検索システムは文書の更新情報を重視することでニーズに適合した情報を検索できる。

3. 研究の方法

本研究課題は以下の手順および方法で実施された。

(1) 検索思考内容の収集

検索思考内容はユーザ視点とシステム視点の両方から収集した。ユーザ視点の検索思考内容に関しては、検索者に対するインタビュー調査や実験室実験における行動分析、検索エンジンのログ分析などから、ユーザが検索中に思考する可能性のある事例内容を収集した。情報行動の分野では思考発話法などの手法を用いた検索中の思考内容について多くの知見があるため、それらを集中的に調査した。システム視点の検索思考内容に関しては、最新の検索アルゴリズムや検索インタフェースの設計に関する文献から、システムの思考内容として言語表現化できるものを収集した。

(2) 検索思考内容の言語表現データベースの構築

まずは、ユーザ主体の60の思考内容について言語表現データの収集を実施した。言語表現データの収集は2つのクラウドソーシングサービスを用いて実施した。具体的には、収集した検索思考内容それぞれに対し、それらが使用されると想定される状況とその状況で望まれる検索行動の意図をクラウドワーカーに提示し、与えられた状況と意図を反映した検索エンジンへのメッセージを自然言語を使って作成してもらった。同様にシステムの立場になって、ユーザに伝えたいメッセージを作成してもらった。

(3) 検索思考内容の推定分析

収集したユーザ視点の言語表現データから発言元になっている検索方略を推定する分類器を構築し、分析を実施した。具体的には、日本語話し言葉コーパスを用いて事前訓練されたBERT言語モデルに対して、本研究で収集したデータを用いたファインチューニングを実施、60カテ

ゴリを判別可能な分類器を作成した。

(4) 会話検索システムのプロトタイプ開発と評価

ユーザとのインタラクションは商業テキストチャットサービスの API を通してチャットボットとして実装した。想定する動作は以下のとおりである。ユーザがボットに対してメッセージを送ることで検索が開始する。入力されたキーワードに対して、検索 API を用いて検索された上位結果を提示する。その後、ユーザは自身のニーズに合わせて、自然言語を用いて、システムに検索方略を伝えることができる。また開発した会話検索システムのユーザ評価の予備実験を実施した。計 10 名を対象に実験を実施し、各参加者は 5 件の検索トピックに関して、指定された検索方略を表現するメッセージを送信し、検索システム応答内容を評価してもらった。

(5) 会話検索に関する技術課題の考察

本研究課題の活動を総括するとともに、研究活動を通して得た知見をもとに、会話検索システムを高度化していくための要件を研究分担者らと議論した。また、本研究課題の研究期間中に発表された会話検索システムおよび会話検索行動に関するレビュー論文 2 件の内容も考慮して、多面的な考察を目指した。さらに、2022 年 11 月に発表され、2023 年 2 月に有料版が公開された OpenAI 社の ChatGPT システムの性能についても、可能な範囲で実証的に検証し、今後の方向性を検討する際の参考にした。

4. 研究成果

本研究課題の主な研究成果は以下の通りである。

(1) 検索思考内容の収集

検索思考内容の文献調査は研究代表者と研究分担者が各々の専門領域を担当しデータ収集を実施した。その結果、ユーザ主体の思考内容（検索方略）を 60 件、システム主体の思考内容を 10 件程度収集することができた。

(2) 検索思考内容の言語表現データベースの構築

ユーザ視点の各思考内容について 400 件ほどの言語表現データを収集することができた（表 1 参照）。システム視点での思考内容についても、それぞれ最大 200 件の言語表現データを獲得することができた。

| |
|-------------------------------------|
| 参考になったサイトと同じようなサイトありますか |
| これと似てるサイトはないかな |
| 使えるサイトが見つかったんだけどこれと同じようなサイトを他にも探せる？ |
| 類似の情報をさがして |
| こういう感じのサイトをもっと見たい |

表 1 検索意図の言語化例（ユーザ検索方略 7：類似文書の検索）

(3) 検索思考内容の推定分析

テストデータによる分類器評価の結果、精度（F1 スコア）は、0.82～1.00 であり、判別が正確な方略とそうでないものを明らかにすることができた（表 2 参照）。

| 検索方略 | 適合率 | 再現率 | F1 スコア |
|-------------------------|------|------|--------|
| 1 検索結果の再指定（更新時期の変更） | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| 2 検索結果の言語指定 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| 3 検索結果の再指定（難易度の変更） | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| 5 有用文書識別子（URL）の保存 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| 7 類似文書の検索 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| （省略） | | | |
| 11 検索結果の比較（初期段階 vs. 最新） | 0.80 | 0.95 | 0.87 |
| 25 検索結果の再指定（ジャンルの変更） | 0.77 | 1.00 | 0.87 |
| 15 同一トピックの再検索 | 0.94 | 0.80 | 0.86 |
| 12 検索履歴中の有効検索語の同定 | 0.85 | 0.85 | 0.85 |
| 6 適合文書識別子（URL）の共有 | 1.00 | 0.70 | 0.82 |

表 2 検索方略分類性能（上位 5 件、下位 5 件のみ抜粋）

(4) 会話検索システムのプロトタイプ開発と評価

プロトタイプシステムの開発の結果、明確なシステム対応が可能な 16 の検索方略を実装することができた。実装された検索方略の例として「もっと新しいページを見つけて」「日本語のペ

ージを探して」「初心者向けの情報が欲しい」「 のないページを検索して」「まとめサイトはある？」などがある。これらの発話内容を受け取ると、構築した分類器が該当する検索方略を推定し、検索システムに適切なクエリを送信する。(図1参照)

予備実験の結果、会話検索システムのインタラクティブ評価用に設計した実験環境の妥当性が確認できた。また、実験参加者が自然言語入力に対する検索結果の変更内容を適切に評価できることも確認できた。

(5) 会話検索に関する技術課題の考察

考察の結果、パーソナライゼーション、長期記憶を前提としたインタラクション設計、他ツールとの円滑な連携、システムが持つ機能の能動的提示、バイアスの検知と平準化技術、多様なドメインへの適用、パーソナリティの獲得などが今後の主要な要件や技術課題となってくることが示唆された。また、課題に基づいた評価手法の開発が急務であることが明らかになった。本研究課題でも昨年度から予備調査を行い評価手法の開発と検証を進めてきたが、複雑な課題を用いた評価手法に関しては今後の課題となった。

The screenshot shows a chat interface with three messages. Each message consists of a user input and a system response. The system responses include search results from Wikipedia.

Message 1:
User: ユーザ 20:56 @ewhurst2 大規模言語モデル
System: 提案システム 20:56 「大規模言語モデル」の検索結果です 🍌
1. [Large language model - Wikipedia](#)
A large language model (LLM) is a language model consisting of a neural network with many parameters (typically billions of weights or more), trained on large quantities of unlabeled text using self-supervised learning or semi-supervised learning. LLMs emerged around 2018 and perform well at a wide variety of tasks. This has shifted the focus of natural language processing research away from ...

Message 2:
User: ユーザ 20:56 日本語で
System: 提案システム 20:56 「大規模言語モデル」と「日本語の」の検索結果です 🍌 LABEL_1 🍌
1. [大規模言語モデル - Wikipedia](#)
大規模言語モデル (だいきぼげんごモデル、英: large language model、LLM) は、言語モデルにおける種別のひとつである。通常、機械学習における数十億以上のパラメータを持つニューラルネットワークで構成され、膨大なラベルなしテキストを ...

Message 3:
User: ユーザ 20:59 最新の情報が欲しいな
System: 提案システム 20:59 「大規模言語モデル」と「最近の」の検索結果です 🍌 LABEL_0 🍌
1. [サイバーエージェント 日本語中心に学習 大規模言語モデル開発 | NHK | AI \(人工知能\)](#)
IT大手のサイバーエージェントは、対話などができる生成AIの技術的な基盤となる「大規模言語モデル」を開発し、17日に公開しました。このモデルは、日本語を中心に学習させていて、今後、日本語に特化した生成AIの開発につながることも期待されます。 ...

図1 プロトタイプ会話検索システム

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計7件（うち査読付論文 1件/うち国際共著 5件/うちオープンアクセス 4件）

| | |
|---|----------------------|
| 1. 著者名 Yubo Fang, Hideo Joho, Sumio Fujita | 4. 巻 500-335 |
| 2. 論文標題 TKB48 at TREC 2021 Conversational Assistance Track | 5. 発行年 2021年 |
| 3. 雑誌名 NIST SP, The Thirtieth Text REtrieval Conference (TREC 2021) Proceedings | 6. 最初と最後の頁 p. 1-6 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし | 査読の有無 無 |
| オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である) | 国際共著 - |
| 1. 著者名 Spina, D., Trippas, J.R., Thomas, T., Joho, H., (他16名) | 4. 巻 55(1) |
| 2. 論文標題 Report on the future conversations workshop at CHIIR 2021 | 5. 発行年 2021年 |
| 3. 雑誌名 ACM SIGIR Forum | 6. 最初と最後の頁 p.1-22 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1145/3476415.3476421 | 査読の有無 無 |
| オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である) | 国際共著 該当する |
| 1. 著者名 Joho, H. | 4. 巻 2020(8) |
| 2. 論文標題 Search interaction based on verbalization of thinking in information retrieval. | 5. 発行年 2020年 |
| 3. 雑誌名 Impact | 6. 最初と最後の頁 88-90 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.21820/23987073.2020.8.88 | 査読の有無 無 |
| オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である) | 国際共著 - |
| 1. 著者名 Anand, A., Cavedon, L., Hagen, M., Joho, H., Sanderson, M., Stein, B. | 4. 巻 54(1) |
| 2. 論文標題 Dagstuhl seminar 19461 on conversational search: seminar goals and working group outcomes. | 5. 発行年 2020年 |
| 3. 雑誌名 SIGIR Forum | 6. 最初と最後の頁 1-11 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1145/3451964.3451967 | 査読の有無 無 |
| オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である) | 国際共著 該当する |

| | |
|--|---------------------|
| 1. 著者名 Trippas Johanne R., Spina Damiano, Thomas Paul, Sanderson Mark, Joho Hideo, Cavedon Lawrence | 4. 巻 57 |
| 2. 論文標題 Towards a model for spoken conversational search | 5. 発行年 2020年 |
| 3. 雑誌名 Information Processing & Management | 6. 最初と最後の頁 オンライン |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.ipm.2019.102162 | 査読の有無 有 |
| オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難 | 国際共著 該当する |

| | |
|---|-------------------------|
| 1. 著者名 Trippas Johanne R., Thomas Paul, Spina Damiano, Joho Hideo | 4. 巻 March |
| 2. 論文標題 Third International Workshop on Conversational Approaches to Information Retrieval (CAIR'20) | 5. 発行年 2020年 |
| 3. 雑誌名 CHIIR '20: Proceedings of the 2020 Conference on Human Information Interaction and Retrieval | 6. 最初と最後の頁 492 ~ 494 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1145/3343413.3378022 | 査読の有無 無 |
| オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難 | 国際共著 該当する |

| | |
|---|-----------------------|
| 1. 著者名 Anand, Avishek ; Cavedon, Lawrence ; Joho, Hideo ; Sanderson, Mark ; Stein, Benno | 4. 巻 9 |
| 2. 論文標題 Conversational Search (Dagstuhl Seminar 19461) | 5. 発行年 2020年 |
| 3. 雑誌名 Dagstuhl Reports | 6. 最初と最後の頁 34 ~ 83 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.4230/DagRep.9.11.34 | 査読の有無 無 |
| オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難 | 国際共著 該当する |

〔学会発表〕 計0件

〔図書〕 計1件

| | |
|---|-----------------|
| 1. 著者名 Falk Scholer, Paul Thomas, David Elswiler, Hideo Joho, Noriko Kando, Catherine Smith | 4. 発行年 2021年 |
| 2. 出版社 Association for Computing Machinery (ACM) | 5. 総ページ数 371 |
| 3. 書名 CHIIR 2021: Proceedings of the 2021 Conference on Human Information Interaction and Retrieval. | |

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

| | 氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号) | 所属研究機関・部局・職 (機関番号) | 備考 |
|-------|---|--|----|
| 研究分担者 | 松林 麻実子 (Matsubayashi Mamiko) (10359581) | 筑波大学・図書館情報メディア系・講師 (12102) | |
| 研究分担者 | 于 海涛 (Yu Haitao) (30751052) | 筑波大学・図書館情報メディア系・准教授 (12102) | |

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

| 共同研究相手国 | 相手方研究機関 |
|---------|---------|
| | |