

Search as Learning with Chatbot: ウェブ検索におけるトピック理解への内省を促す問い合わせボット

奥瀬 雄哉[†] 山本 祐輔[†]

[†] 静岡大学情報学部 〒 432-8011 静岡県浜松市中区城北 3-5-1

E-mail: [†]okuse@design.inf.shizuoka.ac.jp, ^{††}yamamoto@inf.shizuoka.ac.jp

あらまし 本稿では、あるテーマについてウェブ検索を行いながら意見形成を行うユーザに、テーマについてのより深い理解を促す問い合わせを行うチャットボットを提案する。提案するチャットボット（以下、問い合わせボット）は、ウェブ検索エンジンに埋め込む形で利用する。問い合わせボットは、ユーザが意見形成に必要となる様々な観点のうち、ある観点についてのウェブ検索を行っていると判定したタイミングで、その観点について内省を促すための問い合わせ文を提示する。意見形成のテーマについて調査が不足している場合、ウェブ検索が不足している観点についての問い合わせ文や、ウェブ検索中の観点に対するより深い理解を促すための問い合わせ文を提示する。ウェブ検索状況に応じた問い合わせ文の提示により、テーマに関する深い理解に基づいた意見形成を支援する。クラウドソーシングを用いたユーザ実験の結果、問い合わせボットが埋め込まれた提案システムを使用したユーザは、検索トピックについての理解を深めるために、より時間をかけてウェブ検索を行い、様々なクエリを発行し、より多くのウェブページを閲覧する傾向にあった。

キーワード インタフェース・インターラクション、対話型検索・推薦システム、情報探索行動、Web 情報システム

1 はじめに

今日、ウェブ検索エンジンは単なる調べ物だけでなく、学習や意見形成のためにも利用されている。ある事柄を理解するために行われる情報検索は、Search as Learning（学習のための情報検索）として概念化されている[1]。

意見形成のための情報検索は、学習のための情報検索の一種と見なせる。説得力のある意見を形成するためには、テーマについての深い理解に加え、妥当な根拠が必要となる。それゆえ、意見形成のためのウェブ検索を行う際には、ウェブページの比較や裏付けとなる情報の確認を行い、意見を支える根拠の質を担保する必要がある[2][3][4]。

しかし、説得力の高い意見を形成するために、幅広いかつ批判的な視点でウェブ検索を行うことは容易ではない。一般に、ウェブ検索は単独で行うことがほとんどである。自身の情報探索行動やその結果についてフィードバックをもらう機会はほとんどない。そのため、情報を集めたくても調べるべき観点が分からず、情報探索を諦めてしまうユーザも少なくない[5]。また、調べるべき観点を見落としていたり、先入観に基づいた偏った情報検索をしてしまう可能性もある。結果として、テーマとその周辺情報を十分に理解せず、偏った情報や誤った情報に基づく根拠に乏しい意見を形成してしまう恐れがある。

ウェブ検索行動における知識習得を狙った既存研究として、検索トピックの各サブトピックに関するページ閲覧の程度をゲージの増減でフィードバックするウェブ検索インタフェースが提案されている[6][7]。しかし、上記検索インタフェースを用いた場合、ユーザは様々なサブトピックについて網羅的にウェ



図 1 提案システムの動作例.

ブ検索を行うがゲージを上げることが目的となってしまい、知識習得に有意な影響を与えないことが明らかになっている。このことから、網羅的なウェブ検索を行うことがユーザの目的となってしまうようなウェブ検索インタフェースは、ユーザのウェブ検索を通じた知識習得に貢献するわけではないと考えられる。

本稿では、ウェブ検索を通して意見形成を行う際、ユーザが能動的なウェブ検索を行い意見形成に必要となる知識を習得した状態で意見形成を行うための問い合わせ文提示インターフェースを提案する。横田らは、学びは問い合わせから始まり、問い合わせの解決への希求が学習者の目的となり、学びへの原動力になると述べている[8]。また、学習者は、自身の理解度を過信する傾向があり、ある概念について理解していると感じた場合、学習を怠ってしまうことがある。このようなケースでは、学習者を、学習中のトピックの学習に集中させるような問い合わせを行うことで、能動的かつ効果的な学習活動を引き出すことができる正されている[9]。この知見を踏まえて、本研究では、ウェブ検索

中のユーザに対して、ウェブ検索中のトピック理解への内省を促し、意見形成に必要となる知識を獲得、整理するためのウェブ検索を支援する、問い合わせ文の提示を行う問い合わせボットを設計する。

提案システムは、ウェブ検索サイト上で動作する問い合わせボットとして設計されている。図1は、提案システムの振る舞いを示している。提案システムのプロトタイプは、問い合わせインターラクションを行うチャットエリアと、ユーザがウェブ検索を通して形成した意見を入力する意見形成エリアから構成される。問い合わせボットによる問い合わせインターラクションは、検索結果画面右側にてチャット形式で行われる。問い合わせの種別とタイミングは2種類ある。1つ目は、ユーザが意見形成のテーマに関する観点についてのウェブ検索を行っている際の提示である。問い合わせボットはその観点についての理解を深めるための問い合わせ文を提示する。例えば、「TPP (Trans-Pacific Partnership: 環太平洋パートナーシップ) について賛成か反対か」というトピックについて意見形成を行う場合を考える。この場合、ユーザがTPPのメリットについてウェブ検索を行っているとき、提案システムは、「TPPのメリットとデメリットは何ですか?」という問い合わせ文を提示し、デメリットを意識しながらTPPのメリットを考えることを促す。もう1つの問い合わせタイミングは、ユーザが意見形成エリアにて自身の意見を記述している際の提示である。意見形成に必要となる観点のうち、ウェブ検索による調査が不足している観点を推定し、その観点についての問い合わせ文の提示を行う。例えば、TPPについてのレポートを書くためにウェブ検索をしているユーザが、知的財産権についての調査が不足していると推定された場合、「TPPにおける知的財産権の扱いについてどう思いますか?」という問い合わせ文を提示する。

2 関連研究

2.1 Search as Learning

情報検索における学習過程の理解や、学習を促進させるためのシステムや機能を対象とした研究分野はSearch as Learning (SAL)と称され、近年注目を集めている[10]。Royらは、ハイライトやメモを残すことで、探索的情報検索におけるユーザの学習を支援するアクティブラーニングツールを提案している。提案システムを使うことで、検索ユーザの検索行動が多くの指標において有意に変化することが確認されている[11]。Câmaraらは、ウェブ検索プロセスにおける学習者の知識習得を支援するウェブ検索システムを提案した。提案システムは検索行動に影響を与えることが確認されたが、学習者の知識習得を向上させる効果は確認されなかったと報告している[6]。Kalyaniらは、ユーザの学習過程における認知レベルの違いによって、ユーザの検索行動や知識獲得がどのように異なるかを調査した。調査の結果、認知レベルの高いウェブ検索タスクになるにつれて、検索インターラクションは増加し、クエリ発行回数やウェブページ回数が多くなることが明らかになった[12]。Yamamotoらは、ウェブ検索プロセスにおける批判的思考態度を喚起するために、

認知心理学の知見に基づくクエリ推薦手法、クエリプライミングを提案している[13]。

本研究では、意見形成のためのウェブ検索という、認知レベルの高い検索タスクを対象とし、ウェブ検索中のトピックについての理解を深めるような問い合わせ文を提示することで、ウェブ検索ユーザの意見形成時に必要となる学習を支援するシステムの提案を行う。

2.2 問いかけによるユーザ支援

Aliannejadiらは、ウェブ検索システムがユーザの意図に合致した検索結果を返すために、クエリの背後にあるユーザの検索意図を把握するための問い合わせシステムを提案した[14]。Renらは、会話型推薦システムにおいて、構造化された知識グラフを用いてユーザの嗜好をモデル化し、ユーザの詳細な嗜好情報を把握するための質問を生成するフレームワークを提案している[15]。Yamamotoは、クエリに関するトピックのうち、ウェブ上で反証が存在するトピックに関する文（例：アトキンスダイエットは効果がないと言われている）をウェブ検索時に見せることで、ウェブ検索時における信憑性検証の意識を向上させるシステムを提案している[16][17]。本研究では、ウェブ検索中のユーザに対して、ウェブ検索中のトピックについての理解を深めるような問い合わせ文を提示することにより、ユーザのウェブ検索を通じた意見形成の支援を行う。

2.3 協調検索

情報検索の分野では、目的を共有し複数人が協力し合いながら行う検索行動は協調検索と呼ばれている[18]。Morrisは、協調検索の普及率や動機となる情報ニーズ、協調検索についての満足度などの調査を行った。調査の結果、多くのユーザが協調検索を行った経験があり、一般的な情報探索体験になってきていることが明らかになった。また、情報検索を単独で行う場合に比べ、協調検索を行ったユーザは得られた情報の質や検索体験の点で高い満足感を感じていることが明らかになっている[19]。Ringelらは、協調ウェブ検索をサポートするために、テーブル型ディスプレイであるWESEARCHというウェブ検索インターフェースを提案した。WESEARCHを用いた協調検索実験の結果、WESEARCHはメンバー間で共通の認識を持つことを促し、意思決定を効果的に支援できることを明らかにした[20]。Luyanらは、PAIRSEARCHという協調検索用インターフェースを提案し、ウェブ検索中の検索行動やコミュニケーションが、ユーザの知識習得にどのように影響するのかを調査した[21]。調査の結果、メッセージのやり取りを行うグループほど、知識習得割合が高く、ウェブ検索中に発見した情報を共有するためのコミュニケーションが多いほど、知識習得割合が高くなることを明らかにした。本研究では、チャットボットとの問い合わせインターラクションによる擬似的な協調検索体験を通して、ユーザのウェブ検索を通じた知識習得と意見形成を支援する。

3 提案システム

本稿では、ユーザがあるテーマについて意見形成を行い、そ



図 2 提案システムの機能

の内容を文章化するシナリオを想定し、ウェブ検索中のトピック理解への内省を促し、意見形成に必要となる知識習得のための能動的ウェブ検索を促す問いかけ文を定期的に提示するウェブ検索システムを提案する。

提案システムは、図 2 のように 3 つのエリアから構成される。①は検索画面エリアである。検索窓に入力されたクエリに対して、ウェブ検索結果を取得し表示する。②は提案システムが問い合わせを行うエリアである。ウェブ検索中のユーザに対して、トピック理解を促すための問い合わせ文をボットが提示する。ユーザは、提示された問い合わせ文に対して返答を行うことができる。問い合わせボットは、意見形成に必要となる観点についての網羅的なウェブ検索を促すための問い合わせ文と、ウェブ検索を行う対象の観点の理解を深めるための問い合わせ文を提示する。③は意見形成エリアである。ユーザがウェブ検索を通して形成した意見を入力することができる。

以下、問い合わせインタラクションの設計の詳細について述べる。

3.1 問いかけインタラクション

提案システムは、ウェブ検索中の検索トピックについての理解を深めるための問い合わせ文提示を行う。問い合わせボットは、以下の 2 種類の問い合わせを行う。

- ・ ウェブ探索中の観点について深い理解を促すための問い合わせ
- ・ 情報探索が不足している観点についてのウェブ検索を促すための問い合わせ

図 3 は、ウェブ検索中のトピックと観点の構造、および問い合わせボットによる問い合わせ文提示により期待されるウェブ検索ユーザの行動の関係を示したものである。ある検索トピックについて意見形成を行う場合に必要となる観点として、観点 A、観点 B、観点 C があり、各観点についてのより深い理解を行うためのより下位の観点として、観点 A'、観点 B'、観点 C' があるとする。問い合わせ文を提示しない場合、ウェブ検索するべき観点が分からずに情報検索を諦めてしまうユーザもいる [5]。そのため、調査するべき観点についてのウェブ検索が不足したり、観点について理解が不十分な状態で最終的な意見形成を行ってしまう可能性が考えられる。そこで、問い合わせボットでは、情報探索が不足している観点についてのウェブ検索を促す問い合わせ

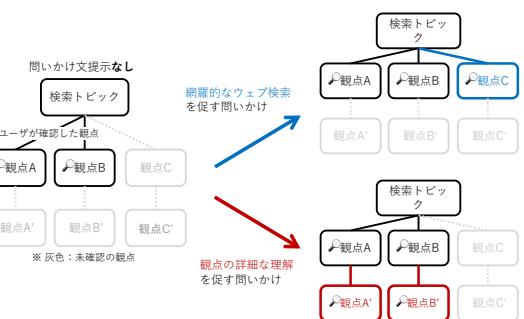


図 3 2 種類の問い合わせ文提示を行うことによって期待されるウェブ検索ユーザの行動。

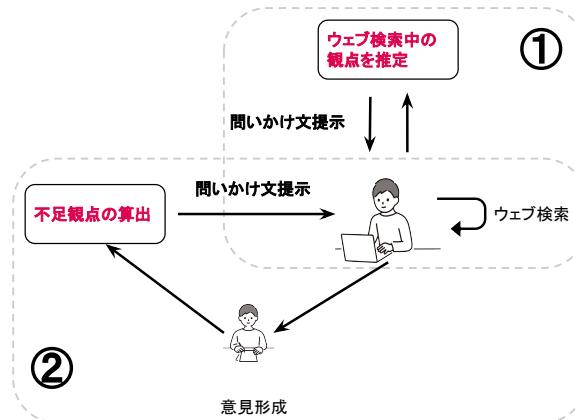


図 4 問いかけインタラクションの流れ

けど、ウェブ検索中の観点についての深い理解を促す問い合わせの 2 種類の問い合わせ文提示を行う。

図 4 は、問い合わせインタラクションの流れを示している。①ではウェブ探索中の観点について深い理解を促すための問い合わせインタラクションを行い、②では網羅的な観点についてのウェブ検索を促すための問い合わせインタラクションを行う。

2 種類の問い合わせ文提示により、ユーザの調査するべき観点についてのウェブ検索を促したり、調査した観点についてのより深い理解を促すための問い合わせ文を提示することで、ユーザが意見形成に必要となるトピックの構造を理解した上で最終的な意見形成を行うようになると期待される。

はじめに、①の問い合わせインタラクションについて説明する。このインタラクションでは、ユーザがウェブ探索している観点を推定し、その観点の内容についての理解を深めるような問い合わせ文の提示を行う。

本稿では、以下の方法でユーザが閲覧しているウェブページの観点を推定する。検索トピックを t 、観点キーワード集合を $A = \{a_1, a_2, \dots, a_n\}$ とする。 t と観点キーワード集合 A のすべての組み合わせについて、検索トピックと観点キーワードを入力クエリとし、Bing Web Search API¹を使用し、上位 30 件の検索結果を取得する。任意のウェブページについて、そのウェ

1: <https://learn.microsoft.com/en-us/rest/api/cognitiveservices/bing-web-api-v7-reference?source=recommendations>



図 5 TPP のメリットについての理解を深めるための問い合わせ文提示

ページが最も上位の検索結果として表示される場合の入力クエリに含まれる観点キーワードを、そのウェブページの観点とする。例えば、クエリ “ t_{a_1} ”, “ t_{a_2} ”, “ t_{a_3} ” でウェブ検索した際に、ウェブページ w は各検索結果の 1 位, 3 位, 5 位に表示されたとする。この時、 w が最も検索結果の上位になる場合のクエリは “ t_{a_1} ” であるため、 w は観点 a_1 についてのウェブページであるとみなす。

提案システムは、ユーザが閲覧しているウェブページの観点が a のとき、そのユーザは観点 a でウェブ検索をしていると見なす。提案システムは、観点 a に関するウェブページをユーザがはじめて閲覧したとき、観点 a に関するウェブ検索が始まったとみなし、観点 a についての理解を深める問い合わせ文を提示する。提案システムはウェブ検索中のユーザの行動をモニタリングすることで、ユーザがウェブ検索中の観点を推定し、その観点についての理解を深めるための問い合わせ文の提示を定期的に行う。

図 5 は、“TPP について賛成か反対か”について意見形成を行うために提案システムを利用した例である。この例では、提案システムはユーザがメリットについてウェブ探索を行っていると推定したため、“TPP のメリットとデメリットは何ですか？”という問い合わせ文の提示を行っている。

次に、②の問い合わせインタラクションについて説明する。このインタラクションでは、情報探索が不足している観点についてのウェブ検索を促すための問い合わせ文の提示を行う。提案システムは、意見形成エリアに入力された意見文章の文字数が 100 文字増加する度に問い合わせ文の提示を行う。この際、提案システムは意見形成に必要となる観点のうち、ウェブ検索による情報探索が不足している観点に関する問い合わせ文を提示する。あらかじめ定義された意見形成に必要となる観点のうち、ユーザがまだウェブ検索を行っていないと推定された観点を情報探索が不足している観点とし、その観点についての問い合わせ文を提示する。なお、ユーザがすでに情報探索した観点は、①の問い合わせインタラクションで説明した方法で同定する。

図 6 は、TPP のメリットについてウェブ検索を行ったユーザが意見文を書いた直後、提案システムが②の問い合わせを提示した例である。提案システムは、ユーザが“知的財産権”につ



図 6 TPP における知的財産権についての問い合わせ文提示

いてのウェブ検索を行っていないと推定したため、提案システムは“TPP における知的財産権についてどう思いますか？”という問い合わせを行い、“メリット”とは別の観点からもウェブ検索を行い意見形成を行うよう促している。

4 ユーザ実験

ウェブ検索中の問い合わせインタラクションが説得力の高い意見形成に寄与するかを検証するために、オンラインユーザ実験を行った。本ユーザ実験は検索インターフェースを要因とする 1 要因被験者間計画で設計した。実験は 2023 年 1 月に実施した。Lancers.jp² を用いて、200 名の実験協力者を募集した。各実験協力者には、実験参加の報酬として 250 円を支払った。

4.1 タスク

実験協力者には、指定したテーマについてウェブ検索を行い、意見形成を行うタスクに取り組んでもらった。意見は 200 文字以上の文章で回答させた。

今回のユーザ実験での意見形成のトピックは、NTCIR INTENT-1, IMine-1³タスクにおいて、サブトピックマイニングに関するサブタスクで提供されたトピックを利用し、以下の 2 つを用意した。

- **大気汚染トピック**: 大気汚染を防ぐための最善の方法を、理由とともに記述してください。
- **ベトナム旅行トピック**: あなたにとって、最高のベトナム旅行の計画を、その選択理由とともに記述してください。

4.2 実験システム

本実験では、3 種類の検索 UI を用意した。3 つの検索 UI は Google や Yahoo などの一般的なウェブ検索エンジンを模したものになっており、ウェブ検索結果リストの右エリアに表示される情報が UI によって異なる。

1 つ目は、ウェブ検索中に問い合わせインタラクションを行う QuestionUI である。QuestionUI は本稿における提案システムに該当する。検索タスク中に問い合わせボットが提示する問い合わせ文の生成、およびウェブ検索中の実験協力者の検索観

2 : <https://www.lancers.jp/>

3 : <https://www.nii.ac.jp/dsc/idr/ntcir/ntcir-taskdata.html>



図 7 検索トピックの観点一覧を表示する PerspectiveUI

点の判定には、NTCIR INTENT-1, IMine-1 タスクにおいて“大気汚染”トピックおよび“ベトナム旅行”トピックに対して定義された観点を用いた。実験を滞りなく行うために、各観点に対する問い合わせ文はユーザ実験が始まる前にあらかじめ生成しておいた。

2つ目は、問い合わせインタラクションは行わず、検索トピックの観点の一覧を提示する PerspectiveUI である。図 7 に示すとおり、PerspectiveUI は検索トピックの観点の一覧をウェブ検索結果エリアの右に提示する。

3つ目は、問い合わせインタラクション、観点の一覧提示のどちらも行わない ControlUI である。ControlUI は一般的なウェブ検索エンジンの検索 UI に対応する。

上記 3 つの検索 UI は背後で Bing Search API を利用しており、実験協力者は任意のクエリでウェブ検索を行うことができる。また、すべての UI に共通して、検索結果リスト右側下エリアに実験協力者が形成した意見を入力するためのテキストボックスが設けられている。

4.3 実験手順

各実験協力者は、(1) ユーザ登録 (2) ウェブ検索タスク (3) 事後アンケートの手順でタスクを実施した。はじめに、実験協力者は Lancers.jp にてユーザ登録を行い、ユーザ実験用ウェブサイトに移動してもらった。ユーザ実験用ウェブサイトにてユーザ登録を行う際、実験協力者に意見形成を行うトピックと UI 条件をランダムに振り分けた。

タスク開始前には、タスクの流れに関する説明文を提示した。QuestionUI と PerspectiveUI を用いる実験協力者に対して、それぞれ問い合わせボット機能と観点一覧提示機能の説明を行った。

タスクの説明後、実験協力者には、割り当てられた検索 UI を使用して、提示されたトピックについての意見形成を行ってもらった。なお、検索タスク開始時にはあらかじめ筆者らが指定したクエリに関するウェブ検索結果が表示された状態にしておいた（大気汚染トピック＝“大気汚染”，ベトナム旅行トピック＝“ベトナム 旅行”）。タスクの制限時間は設けず、実験協力者が納得のできる意見形成をすることができたと思った時点で、タスクを終了してもらった。意見文章の文字数については、字数制限として 200 文字以上を設定し、入力された意見文章が

200 文字未満の場合、タスクを終了することができないようにした。

ウェブ検索タスク終了後、実験協力者には事後アンケートを課した。事後アンケートでは、実験協力者に年齢や性別、学歴といったデモグラフィック属性や、ウェブ検索タスク中のウェブ検索行動について関する質問を行った。

5 結 果

ユーザ実験の結果、合計 188 名の実験協力者から行動ログ、事後アンケートのデータを収集した。このうち 12 名の実験協力者は、ウェブ検索タスクにてタスク内容を誤解していた、またはタスクの実行に異常に時間がかかっていたため、外れ値として分析対象から除外した⁴。最終的に、176 名の実験協力者のデータを収集した。以下、実験協力者のタスク中の行動指標、事後アンケートの分析結果について述べる。本稿では、ユーザのウェブ検索タスク中の行動指標として、“タスク所要時間”，“SERP 閲覧時間”，“クエリ発行回数”，“詳細ページ閲覧回数”，“最大クリック深度”を測定した。行動指標については、一般線形混合モデル (GLMM) を用いて分析を行った [22]。本稿では、提案 UI が及ぼす影響について調べるための指標として、95%最高密度区間 (High Density Interval: HDI) に着目した。95%HDI はパラメータが確信度 95%で取りうる範囲を表したものであり、この区間にゼロを含まない場合、パラメータが有効であることを意味する（頻度主義統計において有意水準 5% で帰無仮説を棄却することに相当）。

5.1 タスク所要時間

表 1 に、各 UI 群における実験協力者の行動指標測定値の平均値と標準偏差を示す。

実験協力者が、ウェブ検索タスクにどれほどの時間を費やしたかを調べるために、ウェブ検索タスクに費やした時間（タスク所要時間）を分析した。表 2 には、ControlUI 群に対する QuestionUI 群、PerspectiveUI 群の GLMM の分析結果として、UI 要因の係数の平均値と 95%HDI 区間が記されている。表 2 が示すとおり、タスク所要時間について ControlUI 群と比較した場合、QuestionUI 群の結果は、95%HDI にゼロが含まれていない。また、表 1 が示しているように、タスク所要時間の平均値は ControlUI 群よりも QuestionUI 群のほうが大きい (1423 秒 vs. 1171 秒)。このことは、QuestionUI を用いた実験協力者は ControlUI を用いた者よりもタスク所要時間が有意に長くなったことを示唆している。

5.2 クエリ発行回数

実験協力者が、意見形成のためのウェブ検索を行う上で、どの程度クエリを発行したかを調べるためにクエリ発行回数を分析した。表 2 が示すとおり、クエリ発行回数について ControlUI 群と比較した場合、QuestionUI 群の結果は、95%HDI にゼロ

4: 1.5 倍の四分位範囲 (IQR) ルールを用いて、タスク所要時間が外れ値となる実験協力者を特定した。

表 1 実験協力者の行動指標測定値。括弧外の数値は平均値を表し、括弧内の数値は標準偏差を表す。

行動指標	UI 要因		
	QuestionUI	PerspectiveUI	ControlUI
タスク所要時間（秒）	1423.6 (715.5)	1060.9 (583.5)	1171.4 (620.2)
SERP 閲覧時間（秒）	787.9 (299.4)	700.2 (316.9)	697.9 (338.4)
クエリ発行回数	2.37 (1.87)	1.34 (0.61)	1.25 (0.63)
詳細ページ閲覧回数	5.84 (3.32)	4.50 (2.49)	4.12 (2.97)
最大クリック深度	6.80 (4.45)	4.96 (3.33)	5.42 (3.85)

表 2 ControlUI と比較したときの QuestionUI と PerspectiveUI の GLMM の結果。表内の数値は、平均値および 95% HDI を表している。95% HDI 区間にゼロが含まれない数値は太字で示す。

行動指標	UI 要因	
	QuestionUI	PerspectiveUI
タスク所要時間	0.19	-0.04
	[0.01 , 0.38]	[-0.24, 0.15]
SERP 閲覧時間	0.11	-0.01
	[-0.07, 0.28]	[-0.19, 0.17]
クエリ発行回数	0.59	0.07
	[0.26 , 0.90]	[-0.29, 0.42]
詳細ページ閲覧回数	0.36	0.12
	[0.11 , 0.62]	[-0.14, 0.38]
最大クリック深度	0.23	-0.06
	[-0.05, 0.51]	[-0.35, 0.23]

が含まれていない。また、表 1 が示しているように、クエリ修正回数の平均値は ControlUI 群よりも QuestionUI 群のほうが大きい (2.37 回 vs. 1.25 回)。このことは、QuestionUI を用いた実験協力者は ControlUI を用いた者よりも追加のウェブ検索 (クエリ修正) を頻繁に行ったことを示唆している。

5.3 詳細ページ閲覧回数

実験協力者が、意見形成のためのウェブ検索を行う上で、どの程度の情報源にアクセスしているかどうかを調べるために、検索結果に含まれるウェブページ (詳細ページ) の閲覧回数を分析した。表 2 が示すとおり、詳細ページ閲覧回数について ControlUI 群と比較した場合、QuestionUI 群の結果は、95% HDI にゼロが含まれていない。また、表 1 が示しているように、詳細ページ閲覧回数の平均値は ControlUI 群よりも QuestionUI 群のほうが大きい (5.84 回 vs. 4.12)。このことは、QuestionUI を用いた実験協力者は ControlUI を用いた者よりも様々なウェブページを閲覧したことを示唆している。

6 考 察

行動指標についての分析結果から、ウェブ検索中にボットが問い合わせを行う QuestionUI を使用した実験協力者は、既存のウェブ検索 UI を模した ControlUI を使用した実験協力者と比較して、ウェブ検索タスク所要時間、詳細ページ閲覧回数、クエリ発行回数が有意に増加することが明らかになった。クエ

リ発行回数が増加したことから、提案システムを用いた実験協力者は、より多くの観点についてウェブ検索を行った、またはある観点について理解を深めるために複数のクエリからウェブ検索を行ったと考えられる。また、詳細ページの閲覧回数が増加したことから、提案システムを用いた実験協力者は、検索トピックについての理解を深めるために複数の情報源にアクセスを行ったと考えられる。加えて、提案システムを用いた実験協力者は検索トピック理解のための能動的なウェブ検索を行った結果、タスク所要時間が長くなったと考えられる。

今回のユーザ実験の結果を踏まえて、ウェブ検索中のトピック理解への内省を促し意見形成に必要となる知識を獲得、整理するためのウェブ検索を促進する問い合わせインタラクションの設計について考察する。事後アンケートの自由記述から、問い合わせインタラクションについてのポジティブな評価として以下の回答が得られた、

問い合わせに表示されるキーワードをポイントに考えを深めることができると感じました

検索ワードに応じて、その内容を、別の観点から深掘りしようしてくれるシステムの存在は新鮮で、いいアイデアだと思う

上記の回答結果から、検索トピック理解への内省を促すことを狙った問い合わせインタラクションは、ユーザのトピック理解を深める効果や、ウェブ検索が不足している点についてウェブ検索を促す効果があると考えられる。

また、問い合わせインタラクションについての評価として、以下の回答が得られた。

とても画期的だし、面白いと思いました。何か学びたいと思って、検索によって知識を得る時は普通孤独なものなのですが、問い合わせ機能があると相手が存在するような感覚になって、少し楽しい気分になりました。

このことから、一般的に単独で行うウェブ検索において、問い合わせインタラクションを行う提案システムを使用することで、ユーザのウェブ検索のモチベーションを高め、能動的なウェブ検索を促す可能性があると考えられる。

しかし、問い合わせボットについて改善すべき点は 2 つある。1 つ目は、問い合わせボットの返答内容である。今回の提案インターフェースでは、問い合わせボットが提示した問い合わせ文に対して実験協力者が返答を行った際、それに対する問い合わせボット

の返答は、一律で“いいね”を表現する親指をあげた手の絵文字とした。しかし、この返答ではウェブ検索ユーザの知識習得を支援するには不十分であると考えられる。事後アンケートの自由記述にて、以下の回答が得られた。

文章、言葉の返答があればよいなと思いました。

以上を踏まえると、ユーザの返答内容を分析しユーザの理解が不足している観点を推定し、ユーザのトピック理解をより深めるための返答を行うことができると、ユーザの意見形成のための知識習得をより効果的に支援できると考えられる。

2つ目は、問い合わせ文の提示タイミングである。今回の QuestionUI では、意見形成エリアに入力された意見文章の文字数の増加量に応じて、網羅的な観点のウェブ検索を促すための問い合わせ文の提示を行った。文字数の増加量に応じた問い合わせ文の提示は、問い合わせ文の提示タイミングとして適当ではないと考えられる。事後アンケートの自由記述から、問い合わせボットの評価について以下の回答が得られた。

良さそうな機能だとは思いましたが、実現には更なる ブラッシュアップを要するやに思います。文章を作成 して、まとめる作業をしながら問い合わせにも対応した 場合には更に労力を必要としました。

上記の回答から、今回の問い合わせ文の提示タイミングでは、問い合わせ文の提示がユーザの意見文章の入力の妨げになる場合があると考えられる。ユーザの意見文章入力を妨げないタイミングで、意見形成に必要となる観点のうち、ウェブ検索が不足している観点についての問い合わせ文の提示を行うことが必要である。また、ウェブ検索中の観点についての理解を深める目的で提示を行った問い合わせ文について本稿では、事前に各ウェブページと観点を対応させることで、閲覧したウェブページからユーザのウェブ検索中の観点の推定を行った。しかし、上記の方法では適切にユーザのウェブ検索中の観点を推定することは難しいと考える。ウェブ検索中のユーザの検索意図の推定 [23] [24]などをを行い、ユーザがウェブ検索を行っている観点の推定精度を高める必要がある。

7 おわりに

本稿では、ウェブ検索中のユーザに対して、ウェブ検索中のトピック理解への内省を促し意見形成に必要となる知識を獲得、整理するためのウェブ検索を促進する問い合わせインタラクションを設計した。問い合わせインタラクションを行う提案インターフェースの効果を検証するために、クラウドソーシングを用いてオンラインユーザ実験を実施した。ユーザ実験の結果、提案インターフェースを使用したユーザは、使用しないユーザと比べ、意見形成のためのウェブ検索により多くの時間をかけ、様々なクエリからウェブ検索を行い、より多くのウェブページを閲覧するといった能動的なウェブ検索を行うことが明らかになった。今後は、問い合わせインタラクションにおいて、提示する問い合わせ文の内容やタイミングの精度を高め、ユーザのウェブ検索体

験を損なうことなく、検索トピックの知識習得を促進するための改善が必要である。

謝 言

本研究は JSPS 科研費 JP18H03244, 21H03554, 21H03775, 22H03905 の助成を受けたものです。また、本研究は、国立情報学研究所の IDR データセット提供サービスによりヤフー株式会社から提供を受けた「Yahoo! 知恵袋データ（第 3 版）」を利用したものです。ここに記して謝意を表します。

文 献

- [1] Johannes Von Hoyer, Anett Hoppe, Yvonne Kammerer, Christian Otto, Georg Pardi, Markus Rokicki, Ran Yu, Stefan Dietze, Ralph Ewerth, and Peter Holtz. The search as learning spaceship: Toward a comprehensive model of psychological and technological facets of search as learning. *Frontiers in Psychology*, Vol. 13, , 2022.
- [2] Marc Meola. Chucking the checklist: A contextual approach to teaching undergraduates web-site evaluation. *portal: Libraries and the Academy*, Vol. 4, No. 3, pp. 331–344, 2004.
- [3] 山本祐輔, 山本岳洋, 大島裕明, 川上浩司ほか. ウェブアクセスリテラシー尺度の開発. 情報処理学会論文誌データベース (TOD), Vol. 12, No. 1, pp. 24–37, 2019.
- [4] Yusuke Yamamoto, Takehiro Yamamoto, Hiroaki Ohshima, and Hiroshi Kawakami. Web access literacy scale to evaluate how critically users can browse and search for web information. In *Proceedings of the 10th ACM Conference on Web Science*, pp. 97–106, 2018.
- [5] Daan Odijk, Ryen W White, Ahmed Hassan Awadallah, and Susan T Dumais. Struggling and success in web search. In *Proceedings of the 24th ACM International Conference on Conference on Information and Knowledge Management*, pp. 1551–1560, 2015.
- [6] Arthur Câmara, Nirmal Roy, David Maxwell, and Claudia Hauff. Searching to learn with instructional scaffolding. In *Proceedings of the 2021 Conference on Human Information Interaction and Retrieval*, pp. 209–218, 2021.
- [7] Kazutoshi Umemoto, Takehiro Yamamoto, and Katsumi Tanaka. Scentbar: A query suggestion interface visualizing the amount of missed relevant information for intrinsically diverse search. In *Proceedings of the 39th International ACM SIGIR conference on Research and Development in Information Retrieval*, pp. 405–414, 2016.
- [8] 寺井正憲, 伊崎一夫, 功刀道子, 日本国語教育学会. 発問 考える授業、言語活動の授業における効果的な発問. 東洋館出版社, 2015.
- [9] Will Thalheimer. The learning benefits of questions. *Work Learning Research*, 2003.
- [10] Jacek Gwizdka, Preben Hansen, Claudia Hauff, Jiayin He, and Noriko Kando. Search as learning (sal) workshop 2016. In *Proceedings of the 39th International ACM SIGIR conference on Research and Development in Information Retrieval*, pp. 1249–1250, 2016.
- [11] Nirmal Roy, Manuel Valle Torre, Ujwal Gadiraju, David Maxwell, and Claudia Hauff. Note the highlight: incorporating active reading tools in a search as learning environment. In *Proceedings of the 2021 Conference on Human Information Interaction and Retrieval*, pp. 229–238, 2021.
- [12] Rishita Kalyani and Ujwal Gadiraju. Understanding user search behavior across varying cognitive levels. In *Proceedings of the 30th ACM conference on hypertext and social media*, pp. 123–132, 2019.
- [13] Yusuke Yamamoto and Takehiro Yamamoto. Query Priming for Promoting Critical Thinking in Web Search. In *Pro-*

- ceedings of the 3rd ACM Conference on Human Information Interaction & Retrieval*, CHIIR 2018, pp. 12–21. Association for Computing Machinery, 2018.
- [14] Mohammad Aliannejadi, Hamed Zamani, Fabio Crestani, and W Bruce Croft. Asking clarifying questions in open-domain information-seeking conversations. In *Proceedings of the 42nd international acm sigir conference on research and development in information retrieval*, pp. 475–484, 2019.
 - [15] Xuhui Ren, Hongzhi Yin, Tong Chen, Hao Wang, Zi Huang, and Kai Zheng. Learning to ask appropriate questions in conversational recommendation. In *Proceedings of the 44th International ACM SIGIR Conference on Research and Development in Information Retrieval*, pp. 808–817, 2021.
 - [16] Yusuke Yamamoto. Disputed Sentence Suggestion towards Credibility-Oriented Web Search. In *Proceedings of the 2012 Asia-Pacific Web Conference*, APWeb 2012, pp. 34–45. Springer, 2012.
 - [17] 山本祐輔, 田中克己. 反証センテンスの提示による信憑性指向のウェブ検索支援. 情報処理学会論文誌データベース (TOD) , Vol. 6, No. 2, pp. 42–50, mar 2013.
 - [18] Robert Capra, Jaime Arguello, Annie Chen, Katie Hawthorne, Gary Marchionini, and Lee Shaw. The resultsspace collaborative search environment. In *Proceedings of the 12th ACM/IEEE-CS joint conference on Digital Libraries*, pp. 435–436, 2012.
 - [19] Meredith Ringel Morris. Collaborative search revisited. In *Proceedings of the 2013 conference on Computer supported cooperative work*, pp. 1181–1192, 2013.
 - [20] Meredith Ringel Morris, Jarrod Lombardo, and Daniel Wigdor. Wesearch: supporting collaborative search and sense-making on a tabletop display. In *Proceedings of the 2010 ACM conference on Computer supported cooperative work*, pp. 401–410, 2010.
 - [21] Luyan Xu, Xuan Zhou, and Ujwal Gadiraju. How does team composition affect knowledge gain of users in collaborative web search? In *Proceedings of the 31st ACM Conference on Hypertext and Social Media*, pp. 91–100, 2020.
 - [22] Dale J Barr, Roger Levy, Christoph Scheepers, and Harry J Tily. Random effects structure for confirmatory hypothesis testing: Keep it maximal. *Journal of memory and language*, Vol. 68, No. 3, pp. 255–278, 2013.
 - [23] Weize Kong, Rui Li, Jie Luo, Aston Zhang, Yi Chang, and James Allan. Predicting search intent based on pre-search context. In *Proceedings of the 38th International ACM SIGIR Conference on Research and Development in Information Retrieval*, pp. 503–512, 2015.
 - [24] Azin Ashkan, Charles LA Clarke, Eugene Agichtein, and Qi Guo. Classifying and characterizing query intent. In *European conference on information retrieval*, pp. 578–586. Springer, 2009.