

第 24 回年次大会予稿

メタ認知と感情に着目した対話による情報検索支援 Information retrieval support by dialog with a focus on metacognition and self-efficacy

青山 優里彩[†] 松村 敦^{††} 宇陀 則彦^{††}

Yuria AOYAMA Atsushi MATSUMURA Norihiko UDA

[†] 筑波大学大学院 図書館情報メディア研究科

Graduate School of Library, Information and Media studies, University of Tsukuba

〒 305-8550 茨城県つくば市春日 1-2

E-Mail: s1621595@u.tsukuba.ac.jp

^{††} 筑波大学 図書館情報メディア系

〒 305-8550 茨城県つくば市春日 1-2

Faculty of Library, Information and Media Science, University of Tsukuba

E-Mail: matsumur@slis.tsukuba.ac.jp

E-Mail: uda@slis.tsukuba.ac.jp

本研究は、情報検索時のメタ認知と感情の側面を支援することで検索パフォーマンスを向上させることを目的とする。2体のチャットボットを用意し、検索行動時に対話することによって検索パフォーマンスの向上を目指す。1体はユーザのメタ認知を促進させる対話をし、もう1体は主にはげます対話をするボットを開発した。ボットとの対話による検索パフォーマンスへの効果を検証するべく、ユーザ実験を行った結果について報告する。

The purpose of this research is to improve the performance of information retrieval by supporting metacognition and self-efficacy. We have developed two chat bots with which users can converse during the information retrieval process. The one encourages metacognitive activities, and the other mainly encourages self-efficacy. We report the results of user experiments that we conduct to verify the effectiveness of the dialog with these two chat bots.

キーワード: 情報検索, メタ認知, 対話システム, information retrieval, metacognition, dialog system

1 序論

情報検索分野では、検索を簡単にする技術や検索精度を向上させる技術の開発など、数多くの研究がなされてきた。しかし、検索において問題なのはそれだけではないと考える。

齋藤ら^[1]は、情報検索においてメタ認知的活動が重要であるとし、吉岡^[2]も情報検索を成功させる要因のひとつとして、メタ認知能力を挙げている。メタ認知とは、個人の認知プロセスや状態を監視・制御・調整するための知識や活動であり、自分の行動を評価するモニタリング、それをもとに目標を設定するコントロールの2つに分けられる。

また吉岡^[3]は、メタ認知能力の他に感情を要因のひとつとして挙げており、三輪^[4]は、日常生活

での情報検索において、感情が重要な役割をもつと述べている。期待通りに情報が集まらない、集めた情報が相互に矛盾するといったことからフラストレーションが生じ、そういった不確実性に伴う不安感や、漠然とした情報検索に伴うフラストレーションといった負の感情が情報検索プロセスにおいて問題解決への制約となりうること、自己効力感の低さが情報問題解決の失敗を招く可能性を示唆している。

以上のように、情報検索において、メタ認知と感情が重要な役割を持つことが明らかとなっている。検索する際に、認知・感情的な負荷は検索パフォーマンスに影響を及ぼしているが、情報検索分野では技術や精度の研究が多く、認知や感情面から支援している研究は少ない。

本研究は、情報検索行動において認知・感情面の負荷の軽減をすることにより、情報検索パフォーマンスを向上させることを目的とする。

2 関連研究

1 節では、情報検索におけるメタ認知的活動の重要性を述べた。検索におけるメタ認知的活動を促す支援を試みた研究には、齋藤ら^[1]が開発した探索行動フィードバックシステムや、吉岡^[2]によるメタ認知を促す質問を与えるものが挙げられる。

齋藤らの研究で開発されたシステムには、学習者の情報検索プロセスを視覚的にフィードバックするもの、情報検索プロセスへの参照を促す質問を提示するものの2つがある。実験では、メタ認知的活動を行うことで検索パフォーマンスが向上したこと、自己の検索行動に関する認識が変化したことがわかっている。

吉岡の研究では、検索前、中、後に、「つまづいているのはなぜだと思いますか？」などの質問を提示することによってメタ認知を促す支援をしている。その結果、メタ認知的活動を訓練する機会を与えることで、自発的にメタ認知を意識化させることができた」と述べている。

協同学習の分野において、林ら^[5]は、学習者がある概念に対する説明活動を行う場合に、はげまし、メタ認知を喚起させる発言をする複数のエージェントを用意し、学習者の理解度と説明活動のプロセスを検討する研究を行った。エージェントとは、対話によってユーザの学習や知的活動を支援する、コンピュータ上のロボットである。協同学習においてははげましとメタ認知を促進する役割をもつ複数のエージェントと対話を行うことにより、理解度の向上、インタラクションの活性化につながったことが示された。

3 手法

本研究では、情報検索行動を支援する手法として、複数エージェントと対話するチャットが有用であるかを検証する。複数エージェントには、はげましをするエージェント、メタ認知を喚起させるエージェントの2体を用意する。複数エージェントとして、チャットbot（以後botと記す）を利用し、検索する

ブラウザの他にチャットを行うアプリケーションを用意する。チャット上にははげましの発言をするbot、メタ認知を喚起させる発言をするbotを実装し、検索中にこれらと対話を行うことで、負の感情を払拭させ、メタ認知的活動を促進させる。

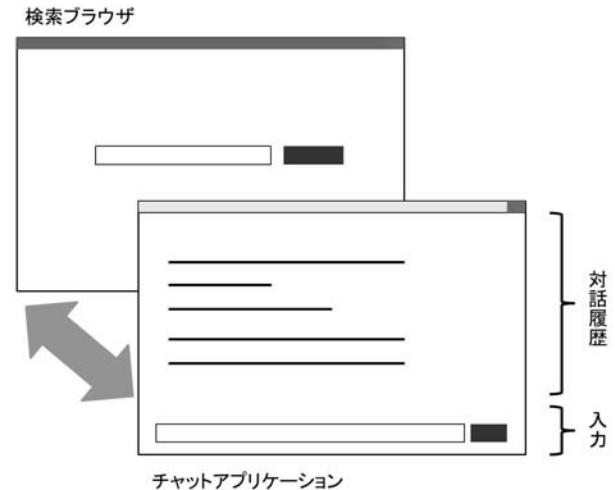


図1 インタフェース図

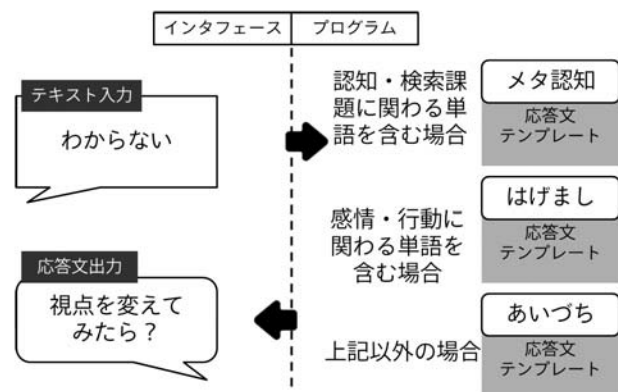


図2 システム構成図

4 システムの概要

本研究では、ユーザの情報検索を支援するためのチャットシステムとして、「slack」(<https://slack.com>)を使用し、slack上に2体のbot「sirokumachan」「kogumachan」を実装した。はげましを行うbotを「sirokumachan」、メタ認知を喚起させるbotを「kogumachan」と名前を設定し、チャンネルはユーザ1名とbot2体の3つのアカウントで構成されるよう作成した。sirokumachanとkogumachanとの対話例は図3に示す。なおこの図における「yuria」はbotではなくユーザである。

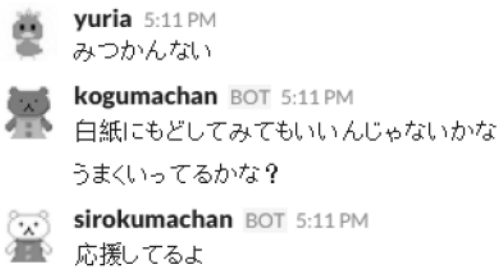


図3 実装した2体のbot「sirokumachan」
「kogumachan」との対話例

はげましを行うbotは、主に、「できない」や「嫌」などの負の感情を伴う発言や、「できた」「みつかった」などの検索し終わったと考えられる発言に対してはげましの対話を返す。一方メタ認知を喚起させるbotは、「みつからない」「わからない」などの認知的に問題があると思われる発言に対してメタ認知を喚起させる対話を返す。botはそれぞれ、これらキーワードのリストと対応する対話文を持ち、入力された文字列に部分一致した場合に対応した対話文を出力する。どちらにもあてはまらない場合は、あいづちなどが出力されるように実装した。

はげましを行うbotの対話パターンは、ほめることに関する心理学研究^[6]をもとに、全部で48パターンのはげます対話文を用意した。また、あいづちなどの対話パターンを7パターン用意した。メタ認知を喚起させるbotの対話文に関しては、成人用メタ認知尺度に関する研究^[7]をもとに、メタ認知を喚起させる対話文を全部で29パターン用意した。また、あいづちなどの対話パターンを6パターン用意した。

5 実験

5.1 実験の概要

本実験は、情報検索行動中に、開発した複数botとslack上で対話を行うことによって実験参加者に与える効果の検証を行う。

実験参加者に回答してもらう検索課題の内容と時間設定について検討するために、2度の予備実験を行った。本実験では、筑波大学に通う大学生15名を対象に、slackを利用しながら検索をする実験群と、利用しないで普段通りに検索をする統制群の2グループに分けた。グループはメタ認知能力が均一

になるよう、事前に行ったテストにより分類した。実験は、下記の手順で行った。

1. 日常の検索行動に関するアンケート
2. 検索課題
3. 検索課題中についてのアンケート

事前のメタ認知テストは任意の場所でWeb上で回答してもらい、その後の実験は実験室で行った。Internet Explorer、Firefox、Google Chromeの3つのブラウザを用意し、実験参加者に選択させた。すべてスタートページはGoogleとしたが、サーチエンジンの選択は実験参加者にゆだねた。実験群では、必ず検索課題中に一度はslack上でbotと対話をするよう促した。その後は強制せず、チャットを使用してもしなくてもよいとした。また、検索課題中パソコンの画面を録画し、実験参加者の検索行動のログを取得した。図4に実験の流れを示す。

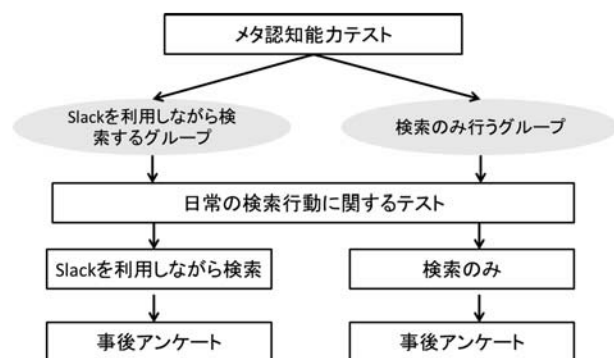


図4 実験の流れ図

5.2 メタ認知テスト

実験を行う前に回答してもらったテストの質問項目は、阿部らの成人用メタ認知を測定する尺度の作成と妥当性を検証した研究^[7]をもとに作成した。検索に特化したメタ認知尺度にするため、「課題」を「検索」、「学ぶ」を「検索する」などに語句を置き換えた。普段行っている検索での場面を想定し、メタ認知におけるモニタリング、コントロール、そしてメタ認知的知識に関する項目計37問を6段階で回答してもらった。平均が均等となるように、実験群7名、統制群8名とに分けた。実験群の平均137.86で分散262.14、統制群の平均135.75で分散396.50となった。

5.3 検索課題

検索課題はすべての実験参加者で同じ課題に設定し、回答時間は30分とした。課題を「電子書籍の普及にとって重要な要素は何か、できる限り多くの要素を検索して回答してください。」とし、検索して要素や要因を見つけた分だけ用意した紙に書いてもらうようにした。

6 実験結果

実験から得られた結果から、検索課題で回答した要素の累計数の平均、事後アンケートから、メタ認知的活動と検索行動に関する質問項目の平均をグループ間で比較する。具体的には、検索がうまくいかなかったか、不安や焦りなどを感じたか、思い通りの結果が得られたか、メタ認知的活動のモニタリングをしたか、コントロールをしたかの5項目を、グループ毎に平均値の比較を行った。次に、事後アンケートでのbotとの対話に関する質問項目の平均を示す。最後に、実験群の質問項目における相関を示す。

6.1 グループ間の比較

表1に、実験群、統制群の検索課題で回答した要素の累計数（検索結果数）の平均と分散を示した。

集計の結果、実験群の方が、統制群よりも検索結果数の平均値が高い結果となった。ただし、ウェルチの法によるt検定 ($p < 0.05$) を用いて実験群と統制群の検索結果数の平均値の差検定を行ったが、グループの平均の差は有意なものとはみなせなかった。

表 1: 検索結果数

| | 実験群 | 統制群 |
|----|-------|-------|
| 平均 | 14.43 | 7.75 |
| 分散 | 78.29 | 21.33 |

表2に、実験群、統制群のアンケートの回答結果の平均を示した。「うまくいかなかった」「不安や焦りを感じた」「思い通りにいった」かどうかを1がはいえ、2がはい、3がわからないとした。「モニタリングした」「コントロールした」かを5段階評価で回答してもらい、1がはいえ、5がはいとした。

「うまくいかなかった」「思い通りにいった」「コントロールした」の項目では実験群の方が高い結果となり、「不安や焦りを感じた」では同じ値、「モニタリングした」では統制群の方が高い結果となった。t検定 ($p < 0.05$) を用いて、実験群と統制群での質問項目の平均値の検定を行ったところ、全ての項目で有意なものとはみなせなかった。

表 2: 質問項目の回答平均

| 質問項目 | 実験群 | 統制群 |
|-----------|------|------|
| うまくいかなかった | 1.29 | 1.13 |
| 不安や焦りを感じた | 1.50 | 1.50 |
| 思い通りにいった | 1.67 | 1.40 |
| モニタリングした | 3.00 | 3.75 |
| コントロールした | 4.00 | 3.25 |

6.2 bot に関するアンケート結果

実験群の実験参加者に、検索課題後にアンケートに回答してもらった。表3ではその項目の回答結果を示す。5段階評価とし、1がはいえ、5がはいとした。はげまされたことによっていい効果があったか、メタ認知を喚起されたことによっていい効果があったかの2項目は、はげまされた、メタ認知的活動を行ったと回答した実験参加者のみに回答してもらった。回答しなかった値は欠損値とし、平均からは除いた。

表 3: bot に関する質問項目

| 質問項目 | 平均 | 分散 |
|---------------------------|------|------|
| はげまされたか | 3.57 | 1.62 |
| はげまされたことによっていい効果があったか | 3.00 | 2.67 |
| メタ認知を喚起されたことによっていい効果があったか | 4.33 | 1.33 |
| 楽しかったか | 4.00 | 0.67 |
| おもしろかったか | 4.14 | 0.48 |
| うるさかったか | 4.71 | 0.24 |
| 役にたったか | 3.00 | 1.67 |
| もっと検索したいか | 3.71 | 1.90 |
| もっとサポートしてほしいか | 4.14 | 1.14 |
| モチベーションになるか | 3.57 | 0.62 |
| もっと利用したいか | 4.00 | 1.00 |

どの質問項目の平均値も、5段階評価の中間値3より高い結果となった。中でも最も5に近い項目は、メタ認知を喚起されたことによっていい効果があったかどうかであり、4.33となった。

6.3 実験群の質問項目の相関

表4に、実験群の質問項目18個の相関分析を行った結果を示す。質問項目はそれぞれ、

1. 検索がうまくいかなかったか
 2. 不安・焦りを感じたか
 3. 思い通りの検索結果が得られたか
 4. モニタリングしたか
 5. コントロールしたか
 6. はげまされたか
 7. はげまされたことによっていい効果があったか
 8. メタ認知を喚起されたことによっていい効果があったか
 9. 楽しかったか
 10. おもしろかったか
 11. うるさかったか
 12. 役にたったか
 13. もっと検索したいか
 14. もっとサポートしてほしいか
 15. モチベーションになるか
 16. もっと利用したいか
 17. slackでの対話数
 18. 検索結果数
- を表している。

7 考察

本実験の結果から、メタ認知及び感情の支援による検索パフォーマンスへの効果を考察し、今後の課題を述べる。

表1で示したように、検索結果数が、実験群の平均が14.43、統制群の平均が7.75と、2倍近く実験群の方が高い結果となった。しかし有意な差はなく、特定の個人の影響が大きかったため、十分な分析ができなかった。

また表2では、botの有無による感情及びメタ認知への効果にグループ間の差は見られなかった。その原因を考察する。

感情においては、表4に示したように、実験群でのbotに関する質問項目6「はげまされたか」と18

「検索結果数」において、高い正の相関が見られた。記述においても、botとの対話が気分転換になったと回答した実験参加者、また不安や焦りを感じていたと回答し、それに対してbotが「応援してくれたので嬉しかった」と回答している実験参加者も見られた。これは、botとの対話によって不安や焦りといった負の感情を軽減することができたと考えられる。よって、はげましによって検索パフォーマンスを向上させることができる可能性があることは示唆された。

メタ認知においては、表4で示したように、4「モニタリングしたか」5「コントロールしたか」といったメタ認知の有無と、18「検索結果数」の検索パフォーマンスの項目間において高い負の相関が見られた。負の相関が見られた原因としては、メタ認知への効果とはげましによる効果が、実験参加者毎に相殺された可能性もあるとも考えられる。

今後の課題としては3点挙げられる。

1点目として、検索パフォーマンスとの相関の因果関係を分析するために新たな手法を用いなければならない点が挙げられる。それには、検索課題中に実験参加者の脳波を測定する手法や発話思考法など、メタ認知やはげまされたタイミングを測定し分析する方法が考えられる。

2点目に、実験設計の再検討が挙げられる。本実験では2体のbotを同時に対話させたが、それにより効果が相殺された可能性があるため、指定した1体のみでの実験、実験参加者が選択した1体のみでの実験設計などが考えられる。

3点目に、対話精度の低さが挙げられる。対話ログからは、適した対話文を出力しなかったために対話を中断したと考えられるパターンが見られた。そのため、少なくともマッチさせる対話パターンをより充実させ、対話精度を向上させる必要がある。また、ブラウザ上で行われたキーワードの入力や検索結果一覧といった、検索行動に応じたメタ認知を喚起させる及びはげます対話文を出力すれば、より効果が得られると考えられる。

8 まとめ

本研究では、情報検索の際に複数エージェントが負の感情の払拭とメタ認知的活動の支援を行うことで、検索パフォーマンスを向上させることができるかを検証した。具体的には、エージェントとして

表 4: 実験群の相関分析

| 質問項目 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 |
|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|-------|-------|-------|------|
| 1 | 1.00 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | -0.19 | 1.00 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | -0.35 | 0.23 | 1.00 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | 0.00 | -0.13 | -0.42 | 1.00 | | | | | | | | | | | | | | |
| 5 | 0.23 | 0.13 | -0.54 | 0.90 | 1.00 | | | | | | | | | | | | | |
| 6 | -0.31 | 0.20 | 0.87 | -0.76 | -0.77 | 1.00 | | | | | | | | | | | | |
| 7 | -0.07 | -0.18 | 0.82 | -0.54 | -0.74 | 0.74 | 1.00 | | | | | | | | | | | |
| 8 | 0.18 | 0.07 | -0.62 | 0.92 | 0.99 | -0.84 | -0.78 | 1.00 | | | | | | | | | | |
| 9 | 0.42 | -0.27 | 0.30 | 0.35 | 0.26 | 0.00 | 0.41 | 0.17 | 1.00 | | | | | | | | | |
| 10 | 0.35 | -0.23 | -0.30 | 0.42 | 0.34 | -0.49 | 0.03 | 0.31 | 0.59 | 1.00 | | | | | | | | |
| 11 | -0.30 | 0.19 | 0.35 | 0.20 | 0.21 | 0.31 | 0.07 | 0.10 | 0.42 | 0.14 | 1.00 | | | | | | | |
| 12 | 0.26 | -0.68 | 0.19 | 0.30 | 0.00 | -0.10 | 0.52 | 0.00 | 0.79 | 0.56 | 0.00 | 1.00 | | | | | | |
| 13 | 0.14 | 0.07 | -0.40 | 0.63 | 0.53 | -0.75 | -0.28 | 0.59 | 0.15 | 0.58 | -0.39 | 0.28 | 1.00 | | | | | |
| 14 | -0.73 | 0.06 | 0.26 | 0.36 | 0.22 | 0.18 | -0.14 | 0.20 | 0.00 | -0.26 | 0.73 | -0.12 | -0.31 | 1.00 | | | | |
| 15 | -0.06 | -0.24 | 0.48 | 0.49 | 0.28 | 0.12 | 0.34 | 0.23 | 0.78 | 0.13 | 0.50 | 0.66 | 0.02 | 0.48 | 1.00 | | | |
| 16 | 0.00 | 0.00 | 0.24 | 0.67 | 0.56 | -0.13 | 0.08 | 0.48 | 0.82 | 0.48 | 0.68 | 0.52 | 0.24 | 0.47 | 0.85 | 1.00 | | |
| 17 | -0.37 | 0.57 | 0.43 | 0.48 | 0.44 | 0.04 | -0.01 | 0.38 | 0.27 | -0.05 | 0.40 | -0.01 | 0.33 | 0.48 | 0.57 | 0.65 | 1.00 | |
| 18 | -0.19 | 0.54 | 0.53 | -0.82 | -0.60 | 0.82 | 0.30 | -0.67 | -0.37 | -0.61 | 0.19 | -0.61 | -0.73 | 0.03 | -0.33 | -0.41 | -0.05 | 1.00 |

slack の bot を用い、はげましとメタ認知の喚起を検索課題中に行った。slack を利用しながら検索をする実験群、もう一方を検索のみ行う統制群を比較することで、bot との対話が検索行動に効果があるかを分析した。

実験の結果、実験群の方が検索結果数が多い結果となった。検索結果数とメタ認知の有無には高い負の相関がみられ、はげましの有無には高い正の相関が見られた。これにより、bot との対話によって、はげますことで検索パフォーマンスを向上させることができる可能性は示唆され、メタ認知を支援することでは検索パフォーマンスを向上させることができなかった。今後の課題として、実験設計と分析手法の検討、bot の対話精度の向上が挙げられる。

参考文献

- [1] 齋藤ひとみ: 「Web 情報探索における認知プロセスの理解とその応用」, 情報知識学会誌, Vol. 16, No. 4, pp. 51–62, 2006.
- [2] 吉岡敦子: 「インターネット情報検索行動に及ぼすメタ認知過程の意識化の効果」, 日本教育工学雑誌, Vol. 26, No. 1, pp. 1–10, 2002.
- [3] 吉岡敦子: 「インターネット情報検索を成功させる要因-問題表象、メタ認知能力、感情に着目して-」, 東洋大学人間化学総合研究所紀要, No. 12, pp. 175–186, 2010.
- [4] 三輪真木子: 「情報探索における自己効力感の役割」, TP アンド D フォーラムシリーズ, No. 15, pp. 13–28, 2006.
- [5] 林勇吾; 井上智雄: 「複数の教育用会話エージェントによる協同学習のデザイン」, 電子情報通信学会論文誌 A, Vol. J98-A, No. 1, pp. 76–84, 2015.
- [6] 青木直子: 「ほめることに関する心理学的研究の概観」, 名古屋大学大学院教育発達科学研究科紀要 心理発達科学, Vol. 52, pp. 123–133, 2005.
- [7] 阿部真美子; 井田政則: 「成人用メタ認知尺度の作成の試み: Metacognitive Awareness Inventory を用いて」, 立正大学心理学研究年報 (創刊), pp. 23–34, 2010.