

初出の知識に関連する教材を学習者が検索する際に Wikipediaなどを活用して関連検索キーワードの提示と理解を 支援するサービス

Support the understanding and suggestion of related search keywords using Wikipedia
for learner to searching unexplored knowledge materials.

横山 誠† 村上 貴彦† 中村 太戯留‡ 上林 憲行‡
Makoto Yokoyama Takahiko Murakami Tagiru Nakamura Noriyuki Kamibayashi

1. 研究背景

日・米・ヨーロッパ諸国など 34ヶ国が加盟する OECD は、コンピテンシー（能力）を「単なる知識や技能だけではなく、技能や態度を含む様々な心理的・社会的なリソースを活用して、特定の文脈の中で複雑な要求（課題）に対応することができる力」と定めている[1]。わが国でも、変化の激しい社会に対応するため、生きる力[2]や社会人基礎力[3]など、自ら進んで学び続けることが求められてきている。しかし、学びたい事柄について体系化された教科書や身近に先生が存在するとは限らない。一方、総務省の調査によると、検索エンジンが Web から検索できる情報は増え続けている[4]。これは、学習用に限らなければ Web 上には膨大なコンテンツがあることを示す。実際、学習用に作られていないブログ、SNS やニュースなどから情報を得て理解を深めることがある。こうした状況から、Web 上のあらゆるコンテンツをリソースとして自ら学んでいくことを促したいと考えた。

学習者が教材を入手するには Web の検索が必要となる。検索結果は入力出来たキーワードに依存する為、教材となる Web ページを獲得するには、適切なキーワードを考案しなければならない。しかし、初出の知識を学習する場合、学習者は第1検索キーワードに入力した意味そのものや、他の知識との関連が分からない。したがって、別の第1検索キーワードの考案や、第2検索キーワードを考案し複合検索することは困難となる。このように、学びたいことに関する知識が非常に少ない段階では、キーワードの入力や検索結果から教材を選択し利用することは困難が予想される。実験や調査から解決策を検討した。

2. 事前調査

2.1 予備実験

予備実験として、本学メディア学部の演習「ユーザーエクスペリエンスデザイン」を履修中の2,3年生32名に対し、各自が制作したプロトタイプの評価実験準備を通じて行った。具体的には、評価実験を行うために必要なスキルを学ぶ課題を4つ課し、Webから教材となるコンテンツを検索してもらった。以下に示す。

1. 実験におけるインフォームドコンセントはどのようにして行いますか？
2. 感情体験を観察する方法にはどのようなものがありますか？
3. 実験結果のデータはどのように可視化するのがよいですか？
4. 良いユーザー体験の事例としてはどのようなものがありますか？

教材とするコンテンツの形式は動画に限定した。本予備実験の参加者にとって、それぞれの課題は後で自ら実行しなければならず、実践風景を直接見て学べる動画の方が適していると判断したためである。また、学習者がキーワードをどのぐらい考案出来るか知りたかったため、YouTubeDataAPIを用いて第2検索キーワードの候補を表示しない検索ツールを作成し配布した。したがって、今回の検索範囲は YouTube 内の動画に限定される。結果、全検索キーワードは 107 個、ユニークキーワード数では 66 種類であった。ユニークキーワードのうち、約 86.4% (57 件) は演習内の配布資料に出たキーワードのみ、または語尾に「とは」を付けただけの検索式であった。実験参加者は課題に関する知識や経験が少なく、知識が少ないと組み合わせるキーワードが考案できない可能性が示唆された。逆に、関連する第2検索キーワードが考案出来てきた場合は、本人の学習や理解が進んでいる可能性があると思われた。

中島ら[5]の実験でも、課題に関する知識が少ない人ほど課題文中の言葉でよく検索していた。中島は、検索の所要時間や正答率といった検索パフォーマンスは、検索演算子が使いこなせるといった検索経験よりも、課題に関する知識量が重要と述べている。

2.2 探索的検索

Marchionini ら[6]によると、検索は開始時における検索者自らの情報欲求（知りたいテーマそのものや知りたいと思う気持ち）に対する理解度で二つに分類できる。検索開始時から情報欲求が明確な lookup search（参照型検索）と、情報欲求はあいまいで Web 上を検索しながらその目的やゴールを明確にしていく exploratory search（探索的検索）である。Marchionini によると探索的検索は調査や学習の際に起こると述べている。他にも三輪ら[7]により、情報欲求が明確でない場合は探索的検索を実施し、情報欲求やゴールが明確になると参照型検索が行われることが確認された。また、参照型検索の最中に予期せぬ情報遭遇（当初の目的とは異なる別の目的に役立つ情報

†東京工科大学大学院バイオ・情報メディア研究科
Tokyo University of Technology Graduate School.

‡東京工科大学メディア学部,
Tokyo University of Technology School of Media Science.

の発見) が起こると、検索者の感情へ影響し探索的検索が生じる傾向があると報告した。

筆者は、検索者が参照型検索と探索的検索を繰り返す中で、キーワードの考案や選択、獲得したコンテンツから得た知識と既知の知識を活用し新たなキーワードを考案することを踏まえ、検索行為と学習(理解)は一体的に進んでいると考えた。検索を始めるにはキーワードの候補を考案し入力しなければならないが、この段階で検索者の学習や理解が支援または促進されているか、既存の支援事例を調査した。

2.3 Google サジェスト

第 2 検索キーワードの考案を支援するサービスとして、Google サジェスト[8]がある。



図 1 Google サジェスト

Google 全利用者の検索履歴を利用し、入力したキーワードに対しよく組み合わせられているキーワードを順番に表示していると予想される。また、利用者が既に入力したことがあるキーワードは最上位に表示される。Google サジェストを初出の知識の学習者が利用する際の問題を予想した。

(1) Google サジェストが活用している全ユーザーの検索履歴は、学習以外にも様々な背景から入力され出来上がっており、ここからよく検索されているキーワードを候補として提案すると、理解を深める情報としては参考にならない一般的なキーワードが提案されてしまう。例えば、「〇〇 について」「〇〇 とは」等である。これらは、第 1 検索キーワードが難しい概念であることを連想させるが、検索結果の閲覧やより良い教材の選択に役立つ知識として利用することは難しい。

(2) 学習者自身が自らの学習目標や入力した第 1 検索キーワードの意味を理解している途中のため、第 2 検索キーワードとして表示された内容が第 1 検索キーワードとなぜ関係あるのか分からない。このため、知識が少ないまま学習目標との関連を憶測し、利用する検索式を決定してしまう。

このように、Google サジェストのキーワード情報源や表示方法に学習や理解を促す工夫があるとは言えない。初出の知識の学習者は知識不足から第 2 検索キーワードを考案できないため、こうした検索支援サービスが提示するキーワードが、学びたいことに関する知識との最初の遭遇であり、理解の促進に影響している可能性がある。筆者は、キーワードの情報源や抽出方法、表示順位、表現方法などを学習や理解が進むよう適応することで、検索キーワード候補の獲得と共に、学びたいことへの理解を促進できないかと考えた。

2.4 キーワード間関係の提示と俯瞰

今田ら[9]は「コーラ きゅうり」のように関係の推定が難しい検索式がサジェストされることに着目し、検索結果上位 10 件のタイトル中から最長文字列を抽出し、上位 4 位までの文字列を参照することで、関係が推定できたと述べている。土井ら[10]は、検索対象に関する前提知識を持たない者が自身の欲求に的確な情報を効率良く収集するために、第 1 検索キーワードに対する Google サジェストキーワードを最大約 1000 語集め数十個のトピックに分類するシステムを開発した。原島ら[11]は検索結果をクラスタリングして解析を行い、キーワード候補に関する自然言語で書かれた要約文を生成することで関連を説明した。筆者はこれらの手法でキーワード間の関係を表し理解を促したいと考えたが、キーワード候補の情報源に合った手法を選ぶ必要があると予想し他事例を調査した。

2.5 コンテキスト切替による多様な情報要求に対する Web 検索手法の提案

大塚ら[12]は Google サジェストなどの組み合わせキーワード候補提示サービスが提示するキーワードが、利用者のキーワード入力意図と必ずしも一致しない事を問題に挙げ、利用者の検索意図とシステムが提示するキーワードの意図を補完する手法を提示している。具体的には、Yahoo!知恵袋[13]などの質問投稿サイトに投稿された質問記事から、自然言語で記述された疑問文を抽出し、元となった疑問文とセットでキーワードを提示する。加えて、質問を投稿する際に選択する話題カテゴリと、質問の投稿日時を利用して季節を判定し、利用するキーワードの候補を話題と季節を切り替えて選択できる。

キーワードの抽出元となる文章を表示することは、第 1 検索キーワードと第 2 検索キーワードにある関連を詳細に出来るため、初出の知識の学習者にとっても、理解が促進される可能性がある。だが、質問投稿サイトの回答内容は出典を明記するなどの規定が無いため、初出の知識の学習者が関連知識として利用するには信頼性に欠ける。

背景となる情報を関連付けて検索キーワードを提案する他の事例として、Zhu ら[14]は検索キーワードの候補表示とともに関連する画像を表示させた。画像は実物をそのまま表せるため、キーワードと同じ意味を持つ画像を表示することで理解が促進する可能性がある。

2.5 Wikipedia を用いた事例

Wikipedia[15]は 290 の言語で書かれる Web 上の百科事典で、日本語版は 2015 年 6 月 26 日の時点で 971,619 本の記事から成る。誰でも編集できるが、検証可能な内容しか執筆してはならないという規定がある。参考文献や出典が明記されていない、または少ない記事には上部にその旨が示される[図 2]。

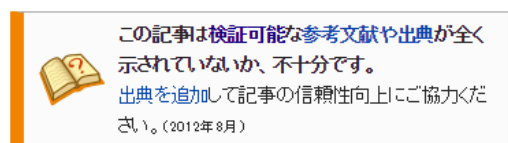


図 2 Wikipedia : 出典が不十分な場合

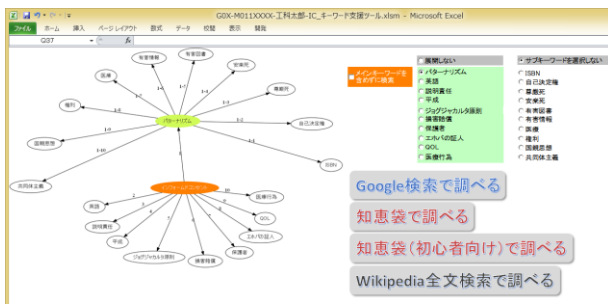


図 7 関連キーワード展開の例

5.2 キーワードの抽出

堀らの関連単語抽出アルゴリズムを活用した。これは、入力したキーワードに対応する Wikipedia 記事内の文章を形態素解析して名詞を抽出し、得た単語と入力されたキーワードとの距離が近く、出現回数が多い程関連度が高いとするものである。本サービスでは、関連性を確実に取得するため、取得する単語は文章内のハイパーリンクされた単語に限定した。実際に、LbyS にインフォームド consent と入力した時と、Google サジェスト(2015年6月27日時点)に入力した時に表示される組み合わせキーワードの候補を以下に示す。

表 1 LbyS と Google サジェストが表示する
組み合わせキーワードの候補比較

	LbyS	Google サジェスト
1	パターンリズム	意味
2	英語	事例
3	説明責任	ガイドライン
4	平成	オプトアウト
5	ジョグジャカルタ原則	書式
6	損害賠償	英語
7	保護者	歴史
8	エホバの証人	問題
9	QOL	表示されなかった
10	医療行為	表示されなかった

6. 実験

6.1 実験方法

本学メディア学部で開講中の演習「ユーザーエクスペリエンスデザイン」を履修中の3年生28名に対し、演習で必要なスキルを学ぶための課題を2つ課し、Webから動画を探して学んでもらった。課題を以下に示す。

課題 1 インフォームド・コンセントはどのようにして行いますか？

課題 2 感情体験(UX)を観察する方法にはどのようなものがありますか？

予備実験と同様、今回も学習後に本人らの実践が求められるため、教材とするコンテンツの形式は動画に限定した。学習の前に、履修生に対して各課題の認知度を4択から選んで回答してもらった。その選択肢を以下に示す。

1. 初めて聞いたことで意味や方法は分からない
2. 聞いたことはあるが意味や方法を理解していない
3. 意味や方法を理解しているが体験・実践したことはない
4. 意味や方法を理解しており体験・実践したことがある

効率的な教材獲得のため、再生時間が1分未満や再生回数が100回以下など、あまりに少ない動画を検索結果の後ろへ配置する機能を持たせた検索ツールを両方のグループに配布した。このツールに検索サジェストはない。学習後に検索履歴と視聴履歴を回収し、検索に利用したキーワードを調査した。合わせて、課題にかかった時間と、視聴履歴に基づき学習に役立つ動画を回答してもらうアンケートを作成し、一人ひとりに答えてもらった。

LbyS の利用は教育上の配慮から学生に選択してもらった。

LbyS の利用有無で「平均獲得異なり検索キーワード数」「平均検索回数」「平均所要時間」「平均動画視聴回数」「平均獲得有用動画数」「課題1の学習における当初の検索結果と重複する動画を除いた平均獲得異なり有用動画数」を比較した。平均獲得異なり検索キーワード数とは、一人ひとりの検索履歴から重複するキーワードを省き、残ったキーワード数の合計をそれぞれの人数で割り、LbyS の利用有無で比較した。LbyS は関連するキーワードを100個以上提示しており、未使用者より考案可能な検索キーワード数が減る可能性は、極めて小さいと推測されるため、片側検定を実施した。同様に、「平均検索回数」、「平均獲得有用動画数」、「平均動画視聴回数」の結果も、実験参加者が入力できた検索キーワードに依存するため、片側検定を実施した。平均所要時間は検索キーワードの提示に伴い増加する可能性もあるため、両側検定を行った。平均所要時間とは、実験後に実験参加者へ行ったアンケート調査の中で、「今回の課題にどのぐらいの時間を使いましたか？」と質問し、得られた回答を基に算出した。回答は「1時間未満」「1時間以上2時間未満」「2時間以上3時間未満」「3時間以上4時間未満」「4時間以上」の5つの選択肢を用意し、「4時間以上」と答えた実験参加者には、個別に質問して回答を収集した。所要時間の算出方法は、用意した選択肢の中央値を用いた。例えば、実験参加者が「1時間以上2時間未満」と回答した場合、計算時に使う数値は「1.5」とした。「当初の検索結果」とは、2015年2月18日16:00にYouTubeに「インフォームド consent」と検索し取得した上位100件の動画を使用した。「平均獲得異なり有用動画数」及び「当初の検索結果と重複する動画を除いた平均獲得異なり有用動画数」は、課題1の視聴履歴を使用して算出した。理由として、比較の基準となる当初の検索結果を再度取得するためには、基準となるキーワードを定義しなければならないが、課題2「感情体験の観察方法」は課題1「インフォームド consentの方法」に比べて検索に利用していたキーワードの種類が様々あり、定義が難しかったため、課題1のみから分析を行うこととした。図表の数値は小数点第二位を四捨五入した。

6.2 結果

回収した検索履歴を分析した結果、LbyS 使用者(提案手法)は8名、未使用者(対照条件)は20名であった。実験前に行ったアンケートの結果、課題1及び2はほとんどの実

験参加者にとって初出の課題であると分かった。LbyS 使用者は、意味や方法は知っていても体験・実践した経験がある者はいなかった。LbyS 未使用者は、1名が課題1(インフォームドコンセント)の意味や方法を知っていたが、体験・実践した経験はないと答えた。残った LbyS 未使用者は、各課題に対し体験・実践した経験はなく、意味は知っているが方法は理解していない、あるいは聞いたことはあるが意味や方法は理解していないと答えた。ただし、ツールの利用は実験参加者が任意で選択したため、学生のモチベーションに差がある可能性がある。

LbyS の利用有無で平均獲得異なり検索キーワード数に有意な差が見られた($t(26)=0.0447, p<0.05$, 片側検定)[図 8]。LbyS の利用有無で平均検索回数にも有意な差が見られた($t(26)=0.0204, p<0.5$, 片側検定)[図 9]。平均検索回数は、実験参加者毎に検索履歴に残っていたキーワードの数を合計し、この数値を提案手法・対照条件別に合計し、それぞれの人数で割って、平均を算出して比較したものである。平均所要時間には有意な差はなかった($t(26)=0.3879, n.s.$, 両側検定)[図 10]。しかし、LbyS 利用者の方が、未使用者に比べて2割ほど所要時間が短かった。平均動画視聴回数は有意傾向であった($t(26)=0.0856, p<0.5$, 片側検定)[図 11]。

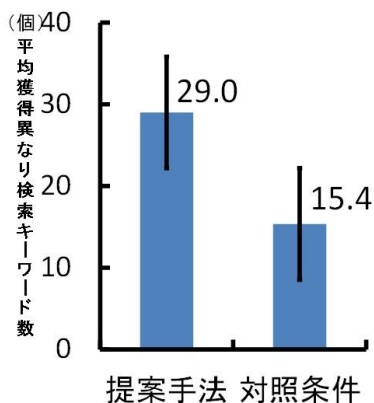


図 8 LbyS の利用有無による平均獲得異なり検索キーワード数の比較

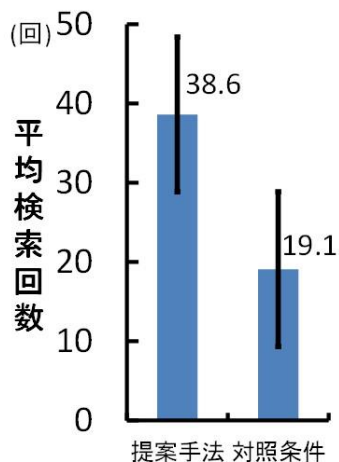


図 9 LbyS の利用有無による平均検索回数の比較

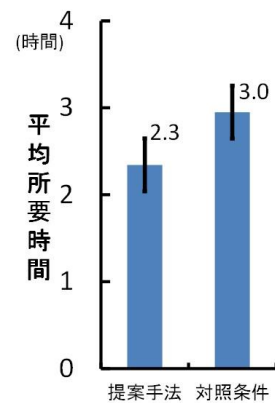


図 10 LbyS の利用有無による平均所要時間の比較

平均動画視聴回数とは、実験参加者毎に視聴履歴に残っていた動画の数を合計し、この数値を提案手法・対照条件別に合計し、それぞれの人数で割って、平均を算出して比較したものである。

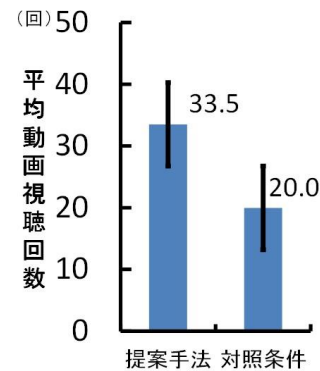


図 11 LbyS の利用有無による平均動画視聴回数の比較

平均獲得有用動画数には違いが見られなかった($t(26)=0.3967, p<0.5$, 片側検定)[図 12]。平均獲得有用動画数とは、実験後、実験参加者の視聴履歴を基に、学習に役立つ動画はどれか尋ね、役だったと回答した動画の数を提案手法・対照条件それぞれの人数で割って、平均を算出して比較したものである。

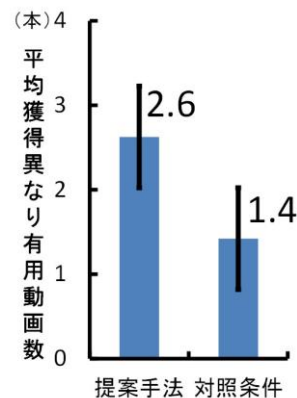


図 12 課題 1 の学習における LbyS の利用有無による平均獲得異なり有用動画数の比較

課題 1 の学習における当初の検索結果に含まれない有用動画数は、提案手法を使用した実験参加者は約 1.625 本獲得し、対照条件は約 0.368 本獲得した[図 13]。

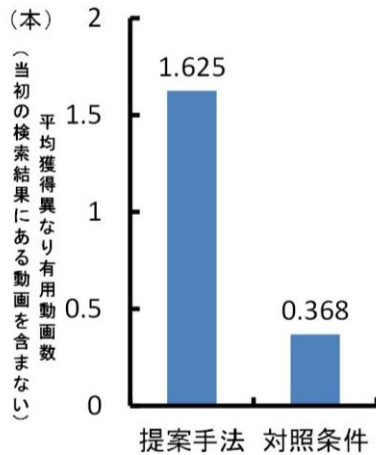


図 13 課題 1 の学習における平均獲得異なり有用動画数の比較 (当初の検索結果にある動画を含まない)

7. 考察

LbyS 利用者のほうが、一人あたりが得た検索キーワードの種類が約 1.8 倍多く、検索回数は約 2.2 倍多かった。また、課題にかかった時間は 5 分の 4 に減り、動画の視聴回数も約 1.5 倍多かった。以上のことから、LbyS を利用したほうが初出の知識を効率よく検索でき、知らない知識を多く得られた可能性が示唆された。当初の検索結果以外から獲得出来た異なり有用動画は、提案手法を使用した実験参加者のほうが約 4.4 倍多かった。これは、LbyS の利用は単に学習機会を増やすだけでなく、実際に多様な領域から教材を獲得出来ていたことが分かった。以上のことから、LbyS は利用者の検索を支援し、自ら学ぶことを促進した可能性があることが示唆された。実験後のアンケート調査で、「キーワード支援ツールを使わなかった場合と比べて、検索したキーワード数は増えたと思いますか?」という質問に対し、LbyS 利用者の 8 名全員が「そう思う」と答えている。また、「キーワード支援ツールを使用して良かった点があれば教えてください」という質問に対して、「予想していなかった関連キーワードを知ることができた」「関連性がある語句が表示されているため、全く知らないと思っていたものでも、ニュースで見たことがあったりと、思いだしたり、検索しやすさが増したりした点が良かったと思う」という回答が得られた。以上からも、LbyS の利用は学習者にとって第一の問題であった検索式の考案を支援できたと予想した。

8. 今後の課題

「インフォームド・コンセントはどのようにして行いますか?」という課題に対して、「英語」や「ISBN」など、課された課題に沿わない単語が提示されてしまっている。対策として、まザノイズとなる単語を予め決め除外するアルゴリズムに修正する。また、今回はキーワードの情報源を Wikipedia 内のリンクされた単語のみとした

が、更に精度の高いキーワードを得るため、本文や概説部分を対象に関連単語抽出アルゴリズムを用いることや、Weblio[20]など他のオンライン辞書サービスや信頼性の高い Web リソースも拡張していくことを検討している。例えば、専門家が運営するブログや SNS などを教材として活用した学習者は、そのページ内から新たに検索キーワードを見つけ検索することもあるため、Web ページからキーワードを抽出することも検討している。

表示方法として今回ネットワーク図を用いて一覧性を高め検索式の組み立てを促したが、ネットワーク図の長所である距離の表現を上手く活用できていなかったため、キーワード抽出方法の改善と共に適切な表示方法を組み合わせたい。また、他の手法も適切に組み合わせ学びたいことに関する理解を高めていきたい。例えば、第 1 検索キーワードとサジェストされたキーワードとの関連を他のキーワードを表示して補完する今田らの手法や、原島や大塚らによる自然言語による解説、Zha らの画像付与などの方法がある。

知識不足の検索者のために、目的に沿ったコンテンツを獲得出来る検索キーワードを工夫して表示する事例は多く存在した。教材を見つける際、学習者の学習目的に適したキーワードを提示できれば、効率よく学習可能な教材が見つかるかもしれないが、学習する領域が限られてしまうことは、自ら進んで学ぶ人にとって学習していない未知の領域を取り上げてしまうことになる。今回は初出の知識の学習における支援を実践したが、誰かに言われることなく、自分が知りたいから学んでいる、そうした主体的な学習者を支援していくことや、受動的な学習者を自ら進んで学ぶ学習者へ転換させることも仕向けていきたい。

Matthew らは、検索で情報を得た人は、他の手段で情報を得た人よりも賢いと勘違いしてしまうと述べている[21][22]。検索履歴や検索結果を利用して嗜好や関連を抽出することは、元を辿ると利用者が考案したキーワードや行動に基づいているため、利用者の内側の世界から中々抜け出せていない[23]。こうした問題に対応するために、書店や地図を利用して未知の項目を予期せず発見する際と同様に、未知性や意外性を考慮して情報を推薦する手法が考案されている[24][25]。未知性や意外性のある情報を提示できているが、これらは既存の協調フィルタリングなどの推薦手法への対向として生まれたものであり、提示した情報を用いた学習促進は意図されていない。これらの手法を応用することで学習意欲や知的好奇心が促されると考え、偶然性のある情報も提示していきたい。顕在化していない欲求や学習対象に関する理解を進めるだけでなく、検索のあらゆる過程で学習という行為自体が促進され、自ら新たな領域を作り出そう[26]と好奇心のまま学習するような、成長を実感できるサービスとしてもデザインしていきたい。

謝辞

本研究を行うにあたり、実験に参加して下さったメディア学部ユーザーエクスペリエンスデザイン履修生の 2,3 年生の皆様、他関係者各位に感謝致します。

参考文献

- [1]文部科学省,OECDにおけるコンピテンシーについて
http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyo3/004/siryu/05111603/004.htm,(2015年4月14日アクセス)
- [2]文部科学省,生きる力
http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/new-cs/
 (2015年4月14日アクセス)
- [3]経済産業省,社会人基礎力,
<http://www.meti.go.jp/policy/kisoryoku/>
 (2015年4月14日アクセス)
- [4]総務省:インターネット検索エンジンの現状と市場規模等に関する調査,p3,(2009).
- [5]中島 悠:検索経験と領域知識のWWW情報検索行動に与える影響,ヒューマンインタフェース学会,pp.1-10,(2006).
- [6]Marchionini,G:Exploratory search:from finding to understanding,Communication of .ACM,Vol49,No4,pp.41-46(2006).
- [7]三輪 眞木子:Web上のexploratory searchの特徴:発話プロトコルと事後インタビュー分析結果より,情報処理学会研究報告,pp6-8,(2009).
- [8]Google サジェスト
<https://www.google.co.jp/>
 (2015年4月14日アクセス)
- [9]今田 貴和:検索対象と検索エンジン・サジェストとの間の関係の提示,言語処理学会第20回年次大会発表論文集,p1,(2014).
- [10]土井 俊弥:トピックモデルを用いた検索エンジン・サジェストの集約,第29回人工知能学会全国大会,p1,(2015).
- [11]原島 純:PLSIを用いたウェブ検索結果の要約,言語処理学会第16回年次大会発表論文集,p1,(2010).
- [12]大塚 淳史:コンテキスト切替による多様な情報要求に対するWeb検索手法の提示,第4回データ工学と情報マネジメントに関するフォーラム(DEIM 2012)論文集,p2,(2012).
- [13]Yahoo!知恵袋
<http://chiebukuro.yahoo.co.jp/>
 (2015年4月14日アクセス)
- [14]Zheng-Jun Zha:Visual Query Suggestion: Towards Capturing User Intent in Internet Image Search. ACM Transactions on Multimedia Computing, Communications, and Applications (TOMCCAP), (2010).
- [15]Wikipedia
<http://ja.wikipedia.org/>
 (2015年4月14日アクセス)
- [16]堀 憲太郎:Wikipediaからの拡張クエリ生成によるWeb検索とその評価,人工知能学会 pp1-8,(2008).
- [17]SIGWP: Wikipedia シソーラスビジュアルライザー,
<http://dev.sigwp.org/WikiVisSL.Web/Visualizer.aspx>
 (2015年4月14日アクセス)
- [18]WikiLinks - 高性能で素晴らしいウィキペディアリーダー
<https://itunes.apple.com/jp/app/wikilinks-gao-xing-nengde/id555005650?mt=8>
 (2015年4月14日アクセス)
- [19]島田 論: 次数制約を加えた共起語グラフに基づくキーワード間ナビゲーション,情報処理学会,p8,(2009).
- [20]辞書・百科事典の検索サービス - Weblio 辞書
<http://ejje.weblio.jp/>
 (2015年6月28日アクセス)
- [21]Matthew Fisher:Searching for Explanations: How the Internet Inflates Estimates of Internal Knowledge,Journal of Experimental Psychology, Vol.144,No3,674-687,(2015).
- [22]WIRED: 検索ユーザーは「自分は賢い」と勘違いしている: 研究結果
<http://wired.jp/2015/04/02/google-delusion/>
 (2015年6月28日アクセス)
- [23]PRESIDENT Online: 『弱いつながり 検索ワードを探す旅』 東浩紀著 著者インタビュー
<http://president.jp/articles/-/14525>
 (2015年6月28日アクセス)
- [24]田上 道士:Serendipityを考慮した推薦システムのFolksonomyによる実現とその評価,情報処理学会研究報告,p1,(2012).
- [25]藤原 誠:タグクラスタ多様化による未知性を考慮した推薦手法の提案,情報処理学会研究報告,p1,(2012).
- [26]井上 真琴: 大学図書館で学生の学習行動をどう変えるか—情報源と知識創造プロセスの融合, Japan Association of Private University Libraries,p13,(2015).