

紙媒体を用いた作業の特長を誘発する 協調検索支援システム

今本 恕¹ 高田 秀志^{2,a)}

受付日 2017年4月21日, 採録日 2017年11月7日

概要: 近年, 複数人が携帯端末を持ち寄って共通の目的を達成するために協調して検索作業を行う機会が増えてきている. たとえば, 旅行計画を立てる場合には, 従来はガイドブックなどの紙媒体が用いられてきたが, 最近では, 紙媒体に代わって携帯端末上での Web 検索を利用することも多い. しかし, 携帯端末を用いることで紙媒体を利用することによる特長が失われている可能性もあり, 実際にそのような報告も行われている. 本論文では, 携帯端末を用いた協調検索作業において, 紙媒体を利用した場合に見られる作業の特長を誘発する協調検索支援システムを提案する. 本システムは, 紙媒体を用いた作業の特長を抽出するために行った実験によって明らかになった「他者と一緒に作業をする振舞い」を誘発する Glance 機能と Filtering 機能を備えている. 本システムを実際の作業に適用して検証を行った結果, 従来の Web ブラウザを用いた場合に比べて, 紙媒体を用いた作業の特長が誘発されていることが確認された. さらに, 本システムを用いた場合の成果物と従来の Web ブラウザを用いた場合の成果物を評価した結果, 本システムを用いた場合の成果物の方が質的に高いことが示された.

キーワード: 協調 Web 検索, 携帯端末, 情報共有, グループインタラクション

A Collaborative Search Support System Generating Advantages Using Paper Media

JO IMAMOTO¹ HIDEYUKI TAKADA^{2,a)}

Received: April 21, 2017, Accepted: November 7, 2017

Abstract: In recent years, opportunities are increasing for multiple people bringing mobile terminals to collaboratively perform a search task to achieve a common purpose. For example of planning a trip, paper media such as guide books have been used in the past, but Web search on mobile terminals is often conducted instead of paper media these days. As reported in literature, however, there is a possibility that using the mobile terminals spoils the advantage of using the paper media. In this paper, we propose a collaborative search support system on mobile terminals having functionality that triggers the advantage of using the paper media in collaborative search tasks. This system has the “Glance” function and the “Filtering” function which prompt the behavior of working with others, which has been revealed by experiments conducted to extract the advantages of using paper media. As a result of applying this system to actual tasks, it was confirmed that the advantages of using the paper media were triggered as compared with the case using the conventional Web browser. Furthermore, as a comparative result of evaluating the deliverables produced by using this system and the conventional Web browser, it was shown that the deliverables with this system are higher in quality.

Keywords: collaborative Web search, mobile terminals, information sharing, group interaction

¹ 立命館大学大学院情報理工学研究科
Graduate School of Information Science and Engineering,
Ritsumeikan University, Kusatsu, Shiga 525–8577, Japan

² 立命館大学情報理工学部
Faculty of Information Science and Engineering, Ritsumei-
kan University, Kusatsu, Shiga 525–8577, Japan

a) htakada@cs.ritsumeikan.ac.jp

1. はじめに

たとえば, 友人と旅行の計画を立てたり, 夕食のレストランを決めたりするといったような作業を行ううえで, 従来はガイドブックやパンフレットといった紙媒体を用いる

ことが多かったが、最近では、スマートフォンやタブレット端末といった携帯端末上で検索を行う機会が増えている。このように、複数人が共通の目的を達成するために協調して行う検索作業を「協調検索」と呼ぶ[1]。

携帯端末による協調検索では、端末に搭載されている Web ブラウザを用いて目的の情報を検索し、必要に応じて、複数人で情報を共有する。このような作業を行ううえで、携帯端末には、映像や音声などのマルチメディアに対応できることや、ネットワーク上に存在する多様な情報へアクセスすることができるといった、紙媒体が持ちえない特長がある。しかし、その一方で、次章で紹介するように、紙媒体を用いるからこその特長についても明らかにされている。

本研究では、携帯端末を用いた協調検索作業において、紙媒体を利用した場合の作業の特長を誘発する協調検索支援システムを構築する。そのために、まず、携帯端末を用いた作業と紙媒体を用いた作業を比較することにより、協調検索における紙媒体を用いた作業の特長を明らかにする。次に、その特長を誘発する要因となる機能を設計し、実装する。さらに、本システムによる協調検索と通常の Web ブラウザによる協調検索を比較し、紙媒体を用いた作業と同様の特長が誘発されて協調検索作業の質が向上するか、また、協調検索作業によって生み出される成果物の質が向上するかについて検証を行う。

以下に本論文の構成を示す。2 章では、紙媒体を用いた場合の特長について調査している研究を紹介する。3 章では、紙媒体を用いた作業の特長を明らかにすることを目的とした実験とその結果について述べる。4 章では、実験で明らかになった特長を誘発する機能を持った協調検索支援システムについて述べる。5 章では、構築したシステムの評価について述べる。最後に、6 章では、まとめと今後の展望を述べる。

2. 紙媒体を用いた場合の特長

これまでに、紙媒体や携帯端末を用いた作業の特長を明らかにすることを目的とした研究が、様々な視点で行われてきた。これらの研究では、紙媒体の方が書字行動における認知的負荷が低いこと [2]、文書の誤り検出率が高いこと [3]、読書における疲労が少ないこと [4]、学習における文章の記憶や理解が優れていること [5] などが示されているほか、協調作業においては以下のような特長があることが明らかにされている。

Takano らの研究 [6] では、2 人の作業者による協調作業において、紙媒体を用いた場合と端末を用いた場合の議論の違いを対象として実験を行っている。その結果、紙媒体を用いた場合、会話数や指示代名詞使用回数、アイコンタクト回数の増加が明らかにされている。また、Haberr らの研究 [7] では、2 人以上の作業者による協調作業において、紙媒体を用いた場合と端末を用いた場合の議論やインタラ

クションを対象として比較を行っている。その結果、紙媒体を用いた作業の方が、作業者間で互いの様子を確認していることや、議論が促進されていることが示されている。

これらの研究では、協調作業を行う場合においても、紙媒体を用いることが有効である可能性があることを示している。そこで本研究では、協調作業の 1 つである協調検索に着目したうえで、紙媒体を用いた協調検索作業の特長を調査し、調査した結果明らかとなった特長を端末を用いた協調検索において誘発させるシステムを構築する。さらに、本システムを実際の作業に適用したときに、「紙媒体を用いた場合と同様の特長が誘発されたか」「協調検索による成果物の質が向上するか」に着目した検証を行う。

3. 調査実験

本章では、紙媒体を用いた場合に見られる作業の特長を明らかにするために行った実験について述べる。まず、紙媒体を用いた作業と携帯端末を用いた作業を比較することで、紙媒体を用いた作業の特長を明らかにしようとした実験（以降、「実験 1」と呼ぶ）について述べる。次に、実験 1 の結果をふまえ、媒体の違いと、媒体に表示（あるいは掲載）されているコンテンツの違いを区別して検証するために行った実験（以降、「実験 2」と呼ぶ）について述べる。

3.1 実験 1

3.1.1 実験内容

本実験の目的は、紙媒体を用いた協調検索の特長を調査することである。本実験の被験者は情報系学生 8 名であり、4 名 1 グループの計 2 グループを形成した。そのうえで、各グループは、紙媒体を用いた作業とタブレット端末 (iPad) を用いた作業を 1 回ずつ行った。作業内容は、研究室のメンバで行く宮崎県あるいは秋田県での旅行計画を立て、グループで 1 つの計画書にまとめるものである。作業を行ううえで、被験者に指示した内容は以下のとおりである。

- 計画を立てるうえでの制約事項（季節、期間、出発地点・時刻、帰着地点・時刻、移動手段）
- 計画書は他者に見せるので、実際に行きたくなるような計画書にすること

紙媒体を用いた作業では、情報を収集するためにガイドブックやパンフレットを用い、必要であればペンや付せんといった道具の利用も可能とした。タブレット端末を用いた作業では、情報を収集するために Web ブラウザ (Safari) を用い、必要であれば端末間で Web ページの共有が行える AirDrop の利用も可能とした。

調査方法としては、作業者間で行われたインタラクションに着目して、作業風景を録画した映像を用いて観察を行う。また、実験後に、紙媒体を用いた場合とタブレット端末を用いた場合の良かった点・悪かった点、作業の違いや

表 1 調査実験 1 のアンケート内容
Table 1 Questionnaire in Experiment 1.

質問 1	紙媒体を使って良かった点・悪かった点を挙げて下さい.
質問 2	タブレット端末を使って良かった点・悪かった点を挙げて下さい.
質問 3	紙媒体とタブレット端末を使った時の違いや本実験に関するご意見・ご感想があれば、下記にご記入下さい.

	良かった点	悪かった点
質問 1	<ul style="list-style-type: none"> 紙媒体の方が情報が集約されているので見やすかった(集約性) 名産品や見どころ、宿がまとめられているのでプランを立てやすい(集約性) 付せんをつけるなどして注目を覚ますことができた(道具の利点) みんなで前のめりに雑誌を見て話すから話は進んだ(会話の促進) 	<ul style="list-style-type: none"> 電子端末に比べて情報の共有が難しい(共有の困難性) 一人一人見ているパンフレットが違うため、離れている人の情報が確認しづらい(共有の困難性) 欲しい情報が本にないときに困った(限られた情報) 雑誌の量と質によって計画が大きく変わる(実験環境依存)
質問 2	<ul style="list-style-type: none"> 食べログ、GoogleMapが使えた(多様性) 具体的な店の情報が見れるから計画する上で参考になる(多様性) 検索して見つけた場所をすぐに他者と共有することができた(共有の容易性) ページの共有も簡単(共有の容易性) 	<ul style="list-style-type: none"> 関係のないページに気を取られたり、余計な情報が多い(情報過多) モデルプランや、観光名所がどこにあるかわかりにくい(情報過多) クエリ入力がめんどう(検索困難性)
	回答	
質問 3	<ul style="list-style-type: none"> 紙媒体の資料が少ない(実験環境依存) 紙媒体の方が計画する上で良いと思った。計画しやすさ、ワクワク感がある(躍動感) 紙だと付せんや書き込みができるのでいいなと思いました(道具の利点) 	

図 1 アンケートへの回答
Fig. 1 Answers to the questionnaire.

実験全体について気づいた点を問う自由記述のアンケートを実施する。アンケートの内容を表 1 に示す。

3.1.2 実験結果

自由記述アンケートへの回答を図 1 に示す。アンケートの分析方法としては、Razavi らによる分析方法 [8] を参考に、Grounded Theory Approach (以降, GTA) を適用する。本研究では、Research Question を「紙媒体を用いた協調作業と携帯端末を用いた協調作業の特長とは何か」とし、Concept を「紙媒体を用いた場合の良さ」、「紙媒体を用いた場合の悪さ」、「携帯端末を用いた場合の良さ」、「携帯端末を用いた場合の悪さ」の 4 つとする。GTA の 3 つの段階として、Open Coding ではアンケートから得られた回答に対するラベル付け、Theoretical Coding では Concept とラベルの関係性の提示、Selective Coding では Research Question と関連の強いラベルのみを抽出する。なお、これらの作業は結果の客観性について十分配慮したうえで、著者のうち 1 人が単独で実施した。

アンケート結果におけるそれぞれの回答文に付けられている括弧内の語句は、回答に対して GTA の Open Coding におけるラベル付けを行ったものである。このラベル付けは、似た意味を持つ回答文をグループとしてまとめた後、それぞれのグループの回答文について、それらをいい表すのに適切と思われる語句で表現することにより行った。

このラベル付けに対し、Theoretical Coding を行った結果、紙媒体を用いた場合の良さとしては「集約性」「道具の利点」「会話の促進」「躍動感」が抽出された。一方で、紙媒体を用いた場合の悪さとしては「共有の困難性」「限られた情報」「実験環境依存」が抽出された。携帯端末を用いた

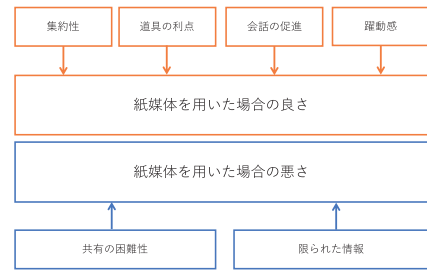


図 2 紙媒体：Selective coding
Fig. 2 Selective coding for paper media.

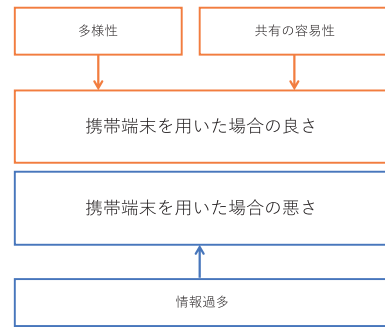


図 3 携帯端末：Selective coding
Fig. 3 Selective coding for mobile terminals.



図 4 他者と一緒に作業をする振舞い
Fig. 4 Behavior of working with others.

場合の良さとしては「多様性」「共有の容易性」が抽出された。一方で、携帯端末を用いた場合の悪さとしては「情報過多」「検索困難性」が抽出された。

さらに、Theoretical Coding の結果より、Research Question と関連の強いラベルのみを抽出し、Selective Coding を行った結果を図 2 と図 3 に示す。今回、「実験環境依存」は本実験の環境のみに依存するため、また、「検索困難性」は被験者の情報検索スキルにより左右されると考えられるため、Selective Coding の段階で取り除くこととした。

また、被験者間のインタラクションに着目して作業を観察した結果、用いる媒体が異なることによって、情報収集時の各被験者の作業形態が異なることが分かった。紙媒体を用いた場合には、地図を閲覧する被験者やガイドブックを閲覧する被験者といったように、作業が分担された。このため、自身の持っていない情報を収集・閲覧したいときには、図 4 の写真に示すような「他者と一緒に作業をする振舞い」が見られた。具体的には、紙媒体のあるページ内で他者に注目してほしい部分を指で指し示したり、他者に



図 5 自身の端末に集中する振舞い

Fig. 5 Behavior of focusing on their own terminal.

見てほしいページがある場合に紙媒体ごと他者に見せたりするような動作が行われていた。また、この振舞いは、実験を通して長時間にわたっていた。一方、端末を用いた場合には、自身の端末のみで地図や観光地といったあらゆる種類の情報を収集・閲覧できるため、紙媒体を用いた場合のような作業の分担が見られなかった。このため、他者と一緒に作業をする時間が少なく、図 5 の写真に示すような自身の端末に集中する振舞いが長時間見られた。

3.1.3 考察

上記の実験結果に基づき、被験者間のインタラクション面における紙媒体を用いた作業の特長について考察する。実験における観察の結果から、紙媒体の作業の特徴は「他者と一緒に作業をする振舞い」を誘発することであると見える。また、このような振舞いが誘発されたことによって、アンケートによって得られた紙媒体を用いた作業の良さである「会話の促進」「躍動感」を被験者は感じていたと考えられる。さらに、この観察結果は、紙媒体を用いた場合、紙媒体を頻繁にやりとりしている一方で、端末を用いた場合、それが起こらなかったという Haberr らの観察結果 [7] と一致する。これらのことから、本研究では、紙媒体を用いた協調検索におけるインタラクション面での特長は「他者と一緒に作業をする振舞い」であると考えられる。

しかし、本実験では、この特長が誘発された要因として、紙媒体を用いることと端末を用いることといった媒体の違いのほかにも、それぞれの媒体によって得られるコンテンツの違いが影響を与えた可能性がある。その理由は、紙媒体では限られた情報しか閲覧することができないため、他者と一緒に情報を収集・閲覧せざるを得ないが、その一方で、多様な情報を収集・閲覧できる端末ではその必要がなかった可能性があるためである。本実験で見られた紙媒体を用いた作業の特長が、媒体の違いによって発生したのか、コンテンツの違いによって発生したのかを検証するために、「媒体の特長」と「コンテンツの特長」を区別した実験 2 を行う。

3.2 実験 2

3.2.1 実験内容

本実験の目的は、協調検索における媒体の特長とコンテ

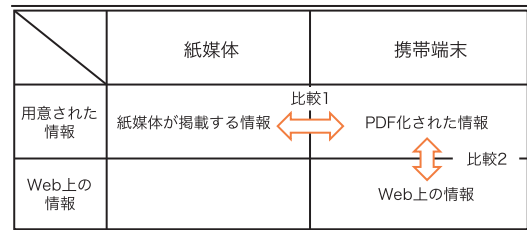


図 6 調査実験 2 における比較対象

Fig. 6 Comparison in Experiment 2.

ンツの特長を調査することである。本実験の被験者は情報系学生 9 名であり、3 名 1 グループの計 3 グループを形成した。そのうえで、各グループは、「紙媒体を用いた場合」、「紙媒体の情報を PDF 化したものを格納する端末を用いた場合」、「Web 上の情報にアクセスすることが可能な端末を用いた場合」の 3 つの作業を 1 回ずつ行った。作業内容は、旅行会社の社員として、ミラノ、ヴェネツィア、あるいは、パリでの卒業旅行プランをグループで立てるものである。実験 1 と同様に、作成したプランは他者に見せることを伝えた。本実験では、実験 1 とは異なり、ペンや付せんといった道具や AirDrop の利用を不可とした。

本実験では、図 6 に示すように、コンテンツが同一という条件において媒体の特長を明らかにする「比較 1」と、媒体が同一という条件においてコンテンツの特長を明らかにする「比較 2」の 2 種類の比較を行う。調査は、作業風景を録画した映像を観察することにより行う。観察においては、実験 1 と同様に作業間のインタラクションに着目する。

3.2.2 実験結果と考察

初めに、コンテンツが同一という条件において、媒体の違いによる特長について比較した結果について述べる。紙媒体を用いた場合、作業間で身を寄せ合い、他者と一緒に作業をする振舞いが長時間見られた。その一方で、PDF 情報を保持する端末を用いた場合、紙媒体を用いた作業と同様に、他者と一緒に作業をする振舞いが見られたが、紙媒体を用いた作業に比べてその振舞いは短時間であった。この要因としては、PDF 情報を保持する端末よりも紙媒体の方が情報を提示できる面積が広く、少し覗き込んだだけで掲載されている内容を確認できるために、紙媒体を用いた作業の方が、他者の閲覧している情報が容易に観察できることが影響したと考えられる。この要因により、他者の閲覧している情報を自身も閲覧したいという機会が生まれ、それがきっかけとなってより多くの議論を行うことにつながり、他者と一緒に作業をする振舞いが長く観察されることになったと考えられる。

次に、媒体が同一という条件において、コンテンツの違いによる特長について比較した結果について述べる。PDF 情報を格納した端末を用いた作業では、他者と一緒に作業をする振舞いが長時間見られた。一方で、Web アクセス

可能な端末を用いた作業では、自身の端末に集中している振舞いが多くの時間で見られた。実験1でも見られたように、紙媒体をPDF化したものでは掲載されている情報が限られているために、ガイドブックを閲覧しながら訪問地の候補をあげる被験者や、地図を閲覧しながら訪問地の位置関係を確認する被験者といったように、作業が分担された。一方で、Webアクセス可能な端末では自身の端末のみで様々な情報を収集できるため、作業の分担が見られなかった。したがって、PDF情報を格納した端末を用いた作業において他者と一緒に作業をする振舞いが長時間見られた要因としては、Webアクセス可能な端末を用いた作業では、他者が閲覧している情報が分からないが、PDF情報を格納した端末を用いた作業では、被験者間で収集する情報の分担が行われていたため、他者がどのような情報を閲覧しているかが分かっていたことが影響したと考えられる。

上記のように、媒体においては紙媒体を用いる方、コンテンツにおいては紙媒体のコンテンツをPDF化した方で、他者と一緒に作業をする振舞いが見られた。このことから、実験1での考察と同様に、紙媒体を用いた作業の特長は「他者と一緒に作業をする振舞い」であると考えられる。また、この特徴は「他者の閲覧している情報が容易に確認できる」という媒体の特長と、「グループ内で収集する情報の分担が行われる」というコンテンツの特長により誘発され、双方の相互作用によってよりいっそう効果が高まると考える。そこで、本研究では、媒体の特長とコンテンツの特長の双方の特長を現出させることを目的とした協調検索支援システムを構築する。

4. 協調検索支援システム

本章では、紙媒体を用いた作業の特長である「他者と一緒に作業をする振舞い」を誘発させるための機能を持つ協調検索支援システムについて述べる。

4.1 機能要求

3.2.2 項より明らかとなった媒体の特長とコンテンツの特長を現出させるために、本システムに求められる要求は以下のとおりである。

- 媒体としての特長である他者の閲覧している情報が可視化されるようにすること
- コンテンツとしての特長である各作業者の閲覧している情報が相違しているようにすること

上記の要求を満たすために、本システムでは、媒体としての特長の要求を満たす Glance 機能と、コンテンツとしての特長の要求を満たす Filtering 機能を実現する。

4.2 Glance 機能

媒体としての特長に関する機能要求である「他者の閲覧している情報が可視化されるようにすること」を実現する

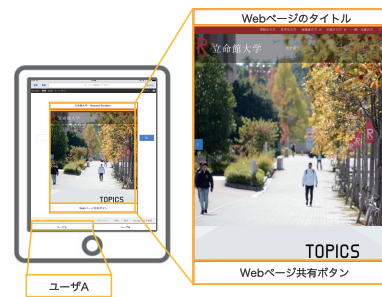


図 7 媒体の特長を現出させる Glance 機能

Fig. 7 Glance function to exploit the advantage of media.

ためには、何らかの方法で他者が閲覧中の Web ページを手元の端末上で確認できるようにする必要がある。紙媒体を使用した作業においては、他者の使用している媒体を少し覗き込むことによって、どのような情報を閲覧しているのかを大まかに把握することができる。Glance 機能はこのような状況を実現する。

Glance 機能使用時の画面を図 7 に示す。ブラウザ画面下部に、他者の名前が表示されたボタンが配置されており、ボタンをタップすることで、他者の閲覧している Web ページのスクリーンショット画像とページタイトルを閲覧することができる。これにより、「他者の媒体を少し覗き込む」という動作を「端末上でボタンを押す」という操作で模擬している。また、このスクリーンショット画像は 10 秒単位で更新される。さらに、他者が検索中、つまり Google にアクセスしているときは、スクリーンショット画像を非表示にし、情報検索中であることが示される。

他者の閲覧している Web ページのスクリーンショット画像の下には、図 7 に示すように、「Web ページ共有ボタン」が配置されており、このボタンをタップすることで、そのページを自分の端末で表示することができる。

他者の閲覧している情報を認識できるようにするためには、他者が開いている Web ページのサムネイル画像を画面上につねに表示しておく方法も考えられる。しかし、サムネイル画像を表示する領域分だけ検索画面を小さくしなければならぬため、紙媒体に比べてさらに情報を提示する領域の面積が小さくなってしまふ。また、紙媒体を用いた場合でも他者の閲覧内容が視界に入っているだけでその内容を認識できるわけではなく、実際には少し覗き込んで内容を確認しなければならないと考えられる。このような理由から、今回のようにボタンを押すことによって表示されるような機能としている。

4.3 Filtering 機能

コンテンツとしての特長に関する機能要求である「各作業者の閲覧している情報が相違しているようにすること」を実現するためには、異なる端末上ではできる限り同じ Web ページが表示されないようにする必要がある。紙媒体



図 8 コンテンツの特長を現出させる Filtering 機能

Fig. 8 Filtering function to exploit the advantage of content.

を用いた作業においては、観光地情報が記載された冊子や地図情報が記載された冊子といったような「冊子の単位」で他の作業者と閲覧している情報が異なる状況が生まれる。Filtering 機能は、このような状況を実現するために、冊子を URL のドメイン単位と見なし、検索結果に他者が閲覧中の Web ページのドメインが含まれないようにする。

Filtering 機能使用時の画面を図 8 に示す。本機能により、Google による検索結果が表示されるときに、他者が閲覧している Web ページのドメインが除外された状態で結果が表示される。たとえば、ドメインが「www.ritsumei.ac.jp」である立命館大学のホームページを他者が閲覧していたときに、自身が「立命館大学」というクエリを検索した場合、そのクエリを「"立命館大学" - "www.ritsumei.ac.jp"」というように変換することで、検索結果から対象のドメインに含まれる Web ページが除外される。

4.4 実装

本研究では、実装を行う端末として、Apple 社の iPad を利用する。また、Glance 機能と Filtering 機能を実現するにあたり、iOS 上のソフトウェア開発において P2P 通信を実現するために提供されている MultipeerConnectivity フレームワークを利用する。

それぞれの iPad では、現在開かれている Web ページのスクリーンショット、URL、ページタイトルを 10 秒ごとに取得し、他の端末に送信する。また、これらを受信した端末では、受信内容を保存しておくとともに、URL のドメインを抽出しておく。Google で検索が行われた場合には、検索クエリを「"入力されたクエリ" - "URL から抽出したドメイン"」として検索を行う。

4.5 Glance 機能と Filtering 機能に関連した研究

本節では、Glance 機能および Filtering 機能に関連した研究を紹介し、これらの研究と本研究との差異を述べる。

Glance 機能に関連した研究の 1 つに、Round-Table Browsing [9], [10] がある。この研究では、ラップトップ PC の背面にタブレット端末を設置し、タブレット端末でラップトップ PC で検索した情報のスクリーンショット画像や閲覧履歴を表示する。また、検索過程をリアルタイムに共有した研究 [11] では、ラップトップ PC の画面を Web

検索する部分と他者の閲覧しているページをリアルタイムに表示する部分に分け、リアルタイムに表示する部分では、他者の閲覧している Web ページのスクリーンショット画像と過去に閲覧した Web ページの関心度を表示している。

これらの研究では、他者が閲覧中の情報をつねに表示しておき、作業者が視線の方向を変えるだけで他者が閲覧している情報を把握できるようにするというアプローチがとられている。しかし、前者においては作業に用いる端末のほかに追加で端末を必要とし、後者においては検索作業に使える画面面積が狭くなってしまいう課題がある。本研究における Glance 機能は、紙媒体の冊子のようなイメージを持って扱えるタブレット端末のみでの動作が可能で、かつ、紙媒体を使用する場合の「他者の媒体を少し覗き込む」という動作を端末上のボタン操作によって模擬するという考え方に基づいて、作業者が必要なときだけ他者の閲覧している情報を表示するようにし、端末の画面全体を検索に用いることができるようにしている。

Filtering 機能に関連した研究には、協調検索を行うグループ内で重複する Web ページを閲覧させないことに着目したものがある。SearchTogether [12] では、重複して情報の検索が行われないように、各作業で使われた検索クエリを表示している。協調検索におけるクエリの推薦・提示手法 [13] では、グループ内で起こりうる重複した検索や的を絞れない検索に対して、話題の発散を促すクエリや話題の収束を促すクエリを推薦している。

これらの研究では、あくまでも検索対象は Web 全体としたうえで、検索クエリを工夫することによって重複する Web ページの閲覧を避けるというアプローチをとっている。一方、Web ページが属しているドメインという単位を考えると、掲載している情報のポリシがドメインごとに異なっていることが想定される。本研究における Filtering 機能は、紙媒体である冊子も同様に何らかのポリシを持って情報を掲載している単位であるという考え方に基づいて、他者が閲覧中の Web ページのドメインを検索結果から省くという方法によって、上記の研究に比べるとより単純な方法で作業者間の閲覧している情報が相違しているという状況を実現している。

また、SearchTogether における検索クエリの表示は、これによって他者が閲覧している情報が推測できることから、本研究における Glance 機能とも関連している。紙媒体を用いた作業においては、他者が閲覧している情報として把握できるものはあくまでも情報そのものであり、他者がどのような意図を持ってその情報を閲覧しているかを表す検索クエリのようなものではないため、Glance 機能においてはスクリーンショット画像を共有することとしている。

以上のように、本研究では紙媒体を用いた作業における媒体の特長とコンテンツの特長をシステムの機能設計に反映させたいと、端末を用いた作業においても紙媒体を用い

た作業の特長を誘発させることを主眼とする。また、本研究では Filtering 機能によって作業者が異なる情報を閲覧しているという状況を作り出したうえで、それを Glance 機能によって確認するという2つの機能の相乗効果を狙っている。

5. 検証実験

本章では、4章で提案した協調検索支援システムを実際の作業に適用した実験の結果と考察について述べる。

5.1 実験目的と仮説

本実験の目的は、本システムを実際の作業に適用したときに、「紙媒体を用いた場合と同様の特長が誘発されたか」「協調検索の質が向上するか」を検証することである。そこで、以下の仮説を検証する。

仮説 1:「他者と一緒に作業をする振舞いが誘発される」

Glance 機能および Filtering 機能が有効に働くことによって、調査実験において見られた特長である「他者と一緒に作業をする振舞い」の要因である媒体の特長とコンテンツの特長が見られる、もしくは似通った特長が誘発されると仮定する。

仮説 2:「Web ページの共有回数が増加する」

他者と一緒に作業をする振舞いが誘発された場合、同一の情報を複数人で閲覧することが考えられる。このため、Web ページの共有回数が増えたと仮定する。

仮説 3:「発話量が増加する」

Takano らの研究結果 [6]、Haberr らの研究結果 [7] より、紙媒体を用いた作業の場合、発話量が増加することが示されている。本システムは、紙媒体を用いた作業の特長を誘発することを目的としているため、本システムを用いた作業でも発話量が増加すると仮定する。

仮説 4:「作業者が成果物に満足を感じ、作業が楽しくなる」

本システムを用いた場合、他者と一緒に作業を行いつつ、成果物を作成することが考えられる。このため、自身の考えをより成果物に反映しやすく、より満足を感じる・作業を楽しいと感じると思われる。そこで、満足の度合いと楽しさの度合いが増加すると仮定する。

仮説 5:「成果物の質が向上する」

端末を用いた作業に比べ、紙媒体を用いた作業の特長を誘発させる機能を持つ本システムを用いた場合、成果物の質が向上すると仮定する。

5.2 検証方法

検証にあたっては、本システムと比較するために構築した比較システムを用いる。このシステムは、自身の端末で閲覧している Web ページを共有するために、同じページを他者の端末でも開くことができるようにしたものである。比較システムにおける Web ページ共有機能の画面を図 9 に示す。画面下部にあるボタンをタップすることで、あら



図 9 比較システムの Web ページ共有機能

Fig. 9 Web page sharing function in the compared system.

表 2 検証実験のアンケート内容

Table 2 Questionnaire for the evaluation experiment.

作業に関するアンケート	
協力行動	他者と協力しながら作業を行えましたか？
作業分担	他者と作業を分担することが出来ましたか？
様子	他者の作業の様子を確認することが出来ましたか？
満足	作成した成果物（プラン）へ満足していますか？
楽しさ	作業を楽しく行えましたか？
成果物に関するアンケート	
魅力	魅力的な企画に思えますか？

かじめ設定された他のユーザ名が表示されたボタンが表示され、ユーザ名をタップすることで対象となるユーザの端末に自身の端末で表示されている Web ページが表示される。

次に、仮説に対する検証方法について述べる。仮説 1 の検証では、実験中の様子を録画し、観察を行う。観察においては、紙媒体を用いた作業の特長、媒体の特長、コンテンツの特長が現出しているかに重きをおく。また、表 2 に記すように、協力行動や作業分担、様子といった作業に関する Visual Analogue Scale アンケートを実施する。仮説 2 の検証では、協調検索で行われた Web ページ共有回数をシステムのログより取得する。仮説 3 の検証では、録画映像により、グループ全体で発生した発話時間を Adobe 社の Audition を使用して計測する。仮説 4 の検証では、表 2 に記すように、満足や楽しさに関する Visual Analogue Scale アンケートを実施する。仮説 5 の検証では、成果物に関与していない第三者に対して、表 2 に記すように、成果物の魅力に関する Visual Analogue Scale アンケートを実施する。

Visual Analogue Scale アンケートの実施にあたっては、タスクの認知的負荷を測定するための指標である NASA-TLX [14] において用いられている 20 段階による評価を行う。

5.3 実験内容

本実験の被験者は、情報系学生 12 名であり、3 名 1 グループの計 4 グループを形成した。被験者は、事前に本研究、および、本実験の内容を知らされていない。グループの形成では、お互いに面識があり、かつ、同学年であることを条件とした。

作業内容としては、表 3 に記すように、作業手順の異な

表 3 検証実験での作業内容

Table 3 Tasks for the evaluation experiment.

対象グループ	作業内容	作業手順
グループ 1・2	ニューヨークまたはロンドンへの 1 日観光プラン	食事処や観光地といった様々な情報を検索する作業
グループ 3・4	銀座または新宿での忘年会	食事処といった 1 つの情報を最優先して検索する作業

表 4 実験に関するアンケート内容

Table 4 Questionnaire on the experiment.

質問 1	Glance 機能は、他者の様子を確認することに役立ちましたか？ (四択形式)
質問 2	Filtering 機能は、作業の分担に繋がりましたか？ (四択形式)
質問 3	Filtering 機能が作業に支障をきたすことがありましたか？ (二択形式)
質問 4	実験全体としてご意見・ご感想があればお書き下さい。(自由記述)

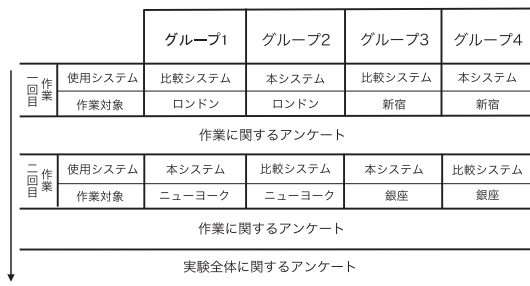


図 10 実験手順

Fig. 10 Experiment procedure.

る 2 種類の協調検索を実施する。その理由は、協調検索における手順の違いに対するカウンターバランスをとるためである。また、すべてのグループは、本システムを用いた作業と、比較システムを用いた作業を 1 回ずつ行う。1 回の作業時間は 20 分である。被験者の指示内容は、観光プランおよび忘年会の企画に対して魅力的なものにすることである。さらに、両システムを用いた作業終了後、表 4 に示す実験に関するアンケートに回答する。実験手順は図 10 のとおりである。

成果物の質の評価は、第三者アンケートによって行う。この被験者は、情報系学生 9 名であり、成果物の作成過程や成果物がどちらのシステムによって作成されたのかの情報に有していない状態でアンケートに回答する。

5.4 結果

5.4.1 観察の結果

録画映像の観察により得られた結果について以下に述べる。

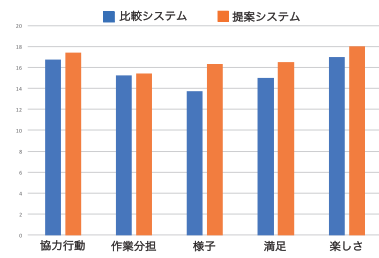


図 11 作業に関するアンケートの結果

Fig. 11 Questionnaire results for the tasks.

本システムを用いた場合、情報を収集しているときに、Glance 機能を利用して他者が閲覧中のページを確認している様子が見られた。たとえば、忘年会の二次会候補に関して被験者 A が開いているページについて「二次会プール (ビリヤード) とか言ったら…」と発言をしたのを受け、被験者 B が Glance 機能を利用してページの内容を確認し、共有ボタンを押下して被験者 A が開いているページを見た後、「いいなあ、普通にいいなあ、でも時間制限 30 分？」と発言し、その後議論が続いていくという様子が見られた。

一方、情報の共有を行うときには、Web ページ共有機能に加えて、端末を相手に差し出す動作が時折行われていた。調査実験で見られたような紙媒体の一部を指し示したり、紙媒体ごと他者に見せたりするような「他者と一緒に作業をする振舞い」と同じ振舞いは多くは見られなかった。

また、Glance 機能を用いて同じページの情報について会話をしている様子が見られた。たとえば、ある被験者 A がアクセスしている Web ページに対して、被験者 B が Glance 機能を通してその Web ページを閲覧しているときに、A 「真ん中にあるやろ？」、B 「あるけど。」、A 「その上にタイムズスクエアあるやろ？」、B 「あー、はいはい。」といったような会話が行われた。

一方、比較システムを用いた場合には、情報を収集しているときには、他者の端末を確認することなく、自身の端末に集中する振舞いが見られた。また、情報の共有を行うときには、Web ページ共有機能に加えて、端末を相手に差し出す動作が頻繁に行われていた。

5.4.2 アンケートの結果

本システム、および、比較システムを用いた作業に関するアンケートの結果を図 11 に示す。図中の棒グラフは各評価項目の平均値を表す。各評価項目の平均値を見ると、全体的に本システムを用いた場合の方が値が高くなっている。また、この結果に対して t 検定を実施したところ、項目「様子」に関して有意差が見られた ($p < 0.05$, $d = 0.78$)。次に、成果物の魅力に関するアンケートの結果を図 12 に示す。また、この結果に対しても t 検定を実施したところ、有意差が見られた ($p < 0.05$, $d = 0.65$)。

実験全体に関するアンケートの結果を表 5 に示す。Glance 機能に関しては、役立ったと感じる被験者が多かつ

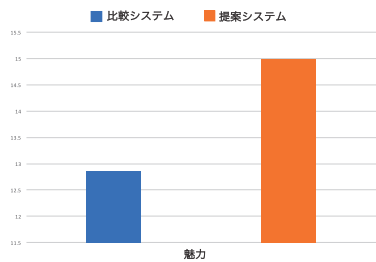


図 12 成果物の魅力に関するアンケートの結果

Fig. 12 Questionnaire results for the quality of deliverables.

表 5 実験全体に関するアンケートの結果

Table 5 Questionnaire results for the whole experiments.

質問 1: Glance 機能は役に立ったか			
役立つなかった	少し役立った	まあまあ役立った	役立った
0	2	2	8
質問 2: Filtering 機能は作業分担に繋がったか			
繋がらなかった	少し繋がった	まあまあ繋がった	繋がった
5	5	2	0
質問 3: Fintering 機能で作業に支障があったか			
支障があった		支障がなかった	
2		10	

	Webページ共有回数			発話時間	
	比較システム	本システム		比較システム	本システム
平均	2.58回	2.50回	グループ1	555.92秒	682.11秒
標準偏差	3.04	1.76	グループ2	486.62秒	631.11秒
最頻値	0回	4回	グループ3	474.91秒	558.98秒
			グループ4	324.09秒	317.98秒
			平均	460.38秒	547.64秒
			標準偏差	84.56	139.63

図 13 Web ページ共有回数・発話時間の結果

Fig. 13 Results for times of Web page sharing and time of utterance.

た。その一方で、Filtering 機能に関しては、作業に支障をきたさないが、作業の分担にはあまりつながらなかったと感じる被験者が多かった。

5.4.3 Web ページ共有回数および発話時間の結果

本システム、および、比較システムの Web ページ共有回数および発話時間の結果を図 13 に示す。Web ページ共有回数の平均値においては、両システムで差はなかった。その一方で、標準偏差や最頻値について、本システムと比較システムを用いた場合に大きな差があることが分かる。

発話時間の平均値においては、本システムを用いた方が発話時間が長いことが分かった。

5.5 検証

録画映像の観察およびアンケートから得られた結果をもとに、5.1 節で述べた仮説について検証する。

5.5.1 仮説 1

観察の結果、本システムを用いた作業において、調査実

験で見られた指差しをするなどの「他者と一緒に作業をする振舞い」と同じ振舞いは多くは見られなかった。しかし、5.4.1 項で述べたように、Glance 機能を活用して同じページの情報について会話をを行っている行動が見られた。紙媒体を用いた作業では、同一の媒体を見ながら、複数人で情報の収集を行うため、作業員間で身を寄せ合い、他者と一緒に作業をする振舞いが観察されたが、本システムでは、各作業員が保有する個々の端末を見ながら、複数人で情報の収集を行っていた。このため、調査実験で見られた紙媒体を用いた作業の特長とは、作業員間で身を寄せ合うという点において異なるが、「他者と一緒に作業をする振舞い」という点において、似通った特長が誘発されたと考えられる。また、図 11 や表 5 の結果より、被験者にとって Glance 機能が有効であることが示されている。このため、「他者の閲覧している情報が容易に確認できる」といった媒体の特長を現出できたと思われる。

Filtering 機能に関しては有効に働いたとはいえない。理由としては、観察の結果において、作業員間で作業を分担している様子がないことがあげられる。また、アンケートの結果においても、図 11 の項目「作業分担」では平均値の値がほぼ等しいことや、表 5 の結果において、被験者自身が Filtering 機能が作業分担につながらないと感じていること、被験者に制約を与える機能であるにもかかわらず、支障をきたさないと多くの被験者が回答しているためである。

これらより、本システムは、媒体の特長を現出させることで紙媒体を用いた作業の特長を誘発することができたと考えられるため、仮説 1 は支持される。その一方で、「グループ内で収集する情報の分担が行われる」といったコンテンツの特長を反映させることができていないと考えられる。

5.5.2 仮説 2

図 13 の結果より、Web ページの共有回数の平均値がほぼ等しいことが分かる。その一方で、最頻値と標準偏差には差がある。最頻値や標準偏差を見れば明らかなように、本システムを用いた場合は、多くの被験者が Web ページの共有を行っていたのに対して、比較システムを用いた場合は、極端に回数の多い被験者とまったく共有を行わない被験者に分かれた。理由としては、本システムを用いた場合、Glance 機能によって他者が閲覧している情報を確認できるため、自身はその情報を欲した場合に情報が共有されたが、比較システムを用いた場合、他者の閲覧している情報が確認しにくいいため、情報の共有を行わない被験者がいたと考えられる。

作業員全体で行われた Web ページの共有回数の平均の結果より、本仮説は支持されない。しかし、標準偏差や最頻値の結果より、積極的に Web ページの共有を行おうとしない被験者に対して、Glance 機能が共有を誘発している

可能性がある。

5.5.3 仮説 3

図 13 の結果より、本システムを用いた作業の方が発話時間が長いことが分かる。これは、仮説 1 の検証でも述べたように、Glance 機能により、他者の閲覧している情報が確認できることや、Glance 機能を通して他者と議論を行っていることが影響したと考えられる。このため、本仮説は支持される。

5.5.4 仮説 4

図 11 の結果より、評価項目の満足や楽しさに関して、比較システムより本システムの方が平均値が高い。本システムを用いて作業を行った場合、成果物を作成するにあたり、他者の閲覧している情報を確認しながら作業を行えるため、グループにとってより成果物に対しての満足度が高いものを作成できていたと感じていると考えられる。また、比較システムでは、他者の閲覧している情報を確認しながら作業を行うことができないが、本システムの場合、それを確認しながら作業を行えることが、被験者にとって楽しかったものであると考えられる。以上より、本仮説は支持される。

5.5.5 仮説 5

図 12 の結果より、本システムを用いた方が成果物の魅力に関する平均値が高い。本システムを用いた作業の成果物を選んだ自由記述の回答としても、いろいろなジャンルの観光地が提案されていることや、忘年会の企画としてプレゼント交換・ビンゴ大会が行われることなど、他者が参加することを考慮に入れたうえで作成されているとの意見があった。比較システムを用いた作業の成果物を選んだ自由記述の回答では、本システムを用いた場合と同様に、他者が参加すること考慮に入れて企画された成果物がある一方で、グルメサイトの口コミを考慮に入れていないことや、長時間を要するグループゲームの開催といったように他者のことを考慮に入れていない企画であったという意見も目立つ。これらのことから、本システムを用いた作業の場合、作業内容について議論をする時間が長く、他者にとっても魅力的な成果物を作成できたと考えられる。以上より、本仮説は支持される。

5.6 まとめ

5.5 節の仮説の検証結果として、本システムは、Glance 機能によって他者と一緒に作業をする振舞いを誘発し（仮説 1）、Web ページの共有回数は有意には増加しないものの（仮説 2）、発話量が増加し（仮説 3）、作業者が成果物に満足を感じ、作業が楽しくなる（仮説 4）ことによって、成果物の質が向上する（仮説 5）という効果があると考えられる。その一方で、Filtering 機能は有効に機能したとはいえ、コンテンツの特長は現出できていない。本システムにおいて、コンテンツの特長を現出することができれば、

より明確に、「他者と一緒に作業をする振舞い」が誘発されると考えられる。そこで、本システムにおけるコンテンツの特長を現出させる Filtering 機能について考察する。

今回実現した Filtering 機能によってコンテンツの特長が現出されなかった要因としては、十分に紙媒体におけるコンテンツの特長を再現できていないことであると考えられる。紙媒体を用いた場合、地図情報を閲覧する作業や観光地情報を閲覧する作業といったように、作業間で異なる種類の情報を閲覧・収集するため、他者の保持する情報を閲覧・収集したい場合、他者と一緒に作業しなければならなかった。しかし、本システムでは、GoogleMap を閲覧する被験者、マピオンを閲覧する被験者といったように被験者間で他者と一緒に作業することなく、同じ種類の情報にアクセスすることが可能であった。この点が本実験の結果に影響したと考えられる。この問題に対しては、ドメインを省くような検索クエリを使うのではなく、クエリに対して、

- 他者が利用しているキーワードと同じキーワードが含まれる検索クエリの場合、検索結果を表示しない、
- 他者が利用しているキーワードと類似した語が含まれる検索クエリの場合、検索結果を表示しない、

のような 2 つの制限を加えることで、被験者間で同種の情報を閲覧することが起きにくくなるを考える。

6. おわりに

本研究では、紙媒体を用いた協調検索と携帯端末を用いた協調検索を比較し、紙媒体を用いた作業の特長を調査したうえで、紙媒体を用いた作業の特長を誘発する Glance 機能と Filtering 機能を持つ協調検索支援システムを構築した。本システムを実際の作業に適用した結果、Glance 機能を通して他者と情報を収集・閲覧するといった紙媒体を用いた作業の特長が誘発されていることが確認された。また、成果物に関して第三者アンケートを実施したところ、本システムを用いた作業で作成された成果物の方が他者にとって魅力なものであることが分かった。一方で、各作業者の閲覧している情報が相違している状況を現出させる Filtering 機能については十分に効果が確認されなかった。

今後は、先に述べた Filtering 機能の改良について検討を行う。また、成果物の評価に関し、「魅力」といった指標以外の部分について検討を進める。

謝辞 本研究の一部は JSPS 科研費 16H02925 の助成を受けたものです。

参考文献

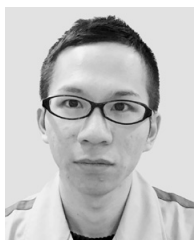
- [1] Morris, M.R.: A Survey of Collaborative Web Search Practices, *Proc. SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, pp.1657-1660 (2008).
- [2] 波田野文, 関根崇泰, 籠伊智充, 井原なみは, 田中裕子, 村上智子, 衣川 忍, 入戸野宏: 紙ノートとタブレット端末の使用が学習時の認知負荷に及ぼす影響—脳波を用

- いた検討, 信学技報, Vol.115, No.185, pp.39-44 (2015).
- [3] 柴田博仁, 高野健太郎, 田野俊一: テキストタッチが読みに与える影響: タブレット端末の利用がアクティブリーディングにもたらす影響の分析, 情報処理学会論文誌, Vol.57, No.9, pp.1-11 (2016).
- [4] 磯野春雄, 高橋茂寿, 滝口雄介, 山田千彦: 電子ペーパーで読書した場合の視覚疲労の測定, 映像情報メディア学会誌, Vol.59, No.3 (2005).
- [5] 小林亮太, 池内 淳: 表示媒体が文章理解と記憶に及ぼす影響—電子書籍端末と紙媒体の比較, 情報処理学会研究報告, Vol.2012-HCI-147, No.29, pp.1-7 (2012).
- [6] Takano, K., Shibata, H., Omura, K., Ichino, J., Hashiyama, T. and Tano, S.: Do Tablets Really Support Discussion?: Comparison between Paper, Tablet, and Laptop PC Used as Discussion Tools, *Proc. 24th Australian Computer-Human Interaction Conference*, pp.562-571 (2012).
- [7] Haberr, J., Naceta, M.A. and Carpendate, S.: Paper vs Tablets: The Effect of Document Media in Co-located Collaborative Work, *Proc. 2014 International Working Conference on Advanced Virtual Interface*, pp.89-96 (2014).
- [8] Razavi, M.N. and Iverson, L.: A Grounded Theory of Information Sharing Behavior in a Personal Learning Space, *Proc. 20th Conference on Computer Supported Cooperative Work*, pp.459-468 (2006).
- [9] 上田健太郎, 苗村 健: Round-Table Browsing: 対面共有ウェブ検索を支援する場の創出—回転寿司メタファによる履歴共有, 情報処理学会インタラクション 2013, 1EXB-40 (2013).
- [10] 上田健太郎, 福嶋政期, 飯田 誠, 苗村 健: 対面共同ウェブ検索支援システム Round-Table-Browsing の実践利用, 電子情報通信学会技術研究報告, MVE, マルチメディア・仮想環境基礎, Vol.113, No.227, pp.53-58 (2013).
- [11] 塩見和則, 高田秀志: 協調 Web 検索におけるグループ内ウェアネス向上のための検索過程のリアルタイム共有, 第 13 回情報科学技術フォーラム FIT2014, RO-003 (2014).
- [12] Morris, M.R. and Horvitz, E.: SearchTogether: An Interface for Collaborative Web Search, *Proc. 20th Annual ACM Symposium on User Interface Software and Technology*, pp.3-12 (2007).
- [13] 大重智志, 中村聡史, 田中克己: モバイル協調検索のためのクエリ推薦・提示手法, 日本データベース学会論文誌, Vol.11, No.1, pp.31-36 (2012).
- [14] NASA Ames: NASA Task Load Index (online), available from <https://humansystems.arc.nasa.gov/groups/TLX/> (accessed 2017-08-15).



高田 秀志 (正会員)

1968 年生。1991 年京都大学工学部情報工学科卒業。1993 年同大学大学院工学研究科情報工学専攻博士前期課程修了。同年三菱電機(株)入社。2001 年京都大学大学院情報学研究科社会情報学専攻博士後期課程修了。2004 年京都大学大学院情報学研究科研究員。2006 年立命館大学情報理工学部助教授, 2010 年 4 月同教授, 現在に至る。分散システム, 協調作業支援システム, 教育・学習支援システム等の研究に従事。博士(情報学)。電子情報通信学会, 日本教育工学会, ACM, IEEE Computer Society 各会員。



今本 恕

2014 年立命館大学情報理工学部情報システム学科卒業。2017 年同大学大学院情報理工学研究科情報理工学専攻博士課程前期課程修了。2017 年よりヤマハ発動機株式会社に勤務。