

Inter-Personal Browsing: ブラウザ拡張機能による実世界指向情報共有

野村浩気^{†1} 橋田朋子^{†2} 苗村 健^{†1,†2}

本稿では、複数人で協調・分担して問題の多角的解決や創発的作業に取り組むグループワークにおいて、情報の収集・共有を円滑に行うシステムについて検討する。具体的には、グループでのウェブ検索活動に対象を絞り、private / public という観点から効率的で円滑な情報提示を実現する手法として、ブラウザ拡張による実装と実世界指向インタラクションのデザインを行った。特に、あるユーザの検索結果を共有し、他のユーザがその情報を転送して得るための手段として、Push 型と Pull 型の仕組みを提案し、実験を通じてその有効性を確認した。

Inter-Personal Browsing: Real World Oriented Information Sharing with Browser Add-on

KOKI NOMURA,^{†1} TOMOKO HASHIDA ^{†2}
and TAKESHI NAEMURA^{†1}

This paper investigates a system for collecting and sharing information smoothly during group works. Focusing on the act of web browsing among group members, we propose a displaying method considering the combination of private and public displays. For this purpose, a browser add-on and a real-world oriented interaction are designed and implemented. In addition, both Push and Pull approaches for transferring the result of web searching from one user to the others are compared and shown to be applicable.

^{†1} 東京大学工学部

Faculty of Engineering, The University of Tokyo

^{†2} 東京大学大学院情報理工学系研究科

Graduate School of Information Science and Technology, The University of Tokyo

1. はじめに

複数人で協調・分担して問題の多角的解決や創発的作業に取り組むグループワークは、ビジネスや教育の場で、あらためてその重要性が認識されている。しかし、参加者がラップトップ PC を持ち込むことが一般化した現在においては、視線が個人の PC 画面に奪われ、グループワーク本来のコミュニケーションの機会を損ねている場合が少なくない。このような現状において、筆者らは、PC 画面の private 性と public 性に着目した。

一般に、他人のラップトップ PC の画面を覗き見ることには、抵抗感がある。そこには private な情報が表示されている可能性があり、お互いのモラルとして、自分の PC 画面の中だけで作業する傾向が強まる。しかしこれは、グループワークにおける情報共有を円滑に進める上では望ましくない。そこで、プロジェクタ投影などの手段によって、グループの全員が public な大画面ディスプレイを共有したり、iPad のような端末画面の向きを変えろといったやりとりで、これを補うことが試みられている。しかし、このような手段においても、大画面に private な情報が表示されてしまったり、一部の人の情報しか public に公開されなかったり、端末画面の向きを変える煩わしさがあったりといった問題がある。そこで本稿では、private な情報は個人の PC 画面に留めつつも、グループワークにおける議論を活発化し得る public な情報を、意図的な操作などを介さずに円滑に共有するための仕組みを提案する。

特に本稿では、グループワークにおけるウェブ検索の重要性に着目した。Morris¹⁾によると、共同でウェブ検索を行ったことがある人の割合は 97.1%に上るが、検索情報の共有方法としては、「相手の肩越しに画面を覗き込む」「検索結果をメールで送る」「ディスプレイを相手に向けて共有する」などの非効率的な方法が 80%以上を占めることが示されている。そこで、ウェブ検索画面だけを public に提示すること、そして他人の検索結果を自分の PC に容易に取り込めること、このような仕組みを特殊な機器を導入することなく即座に実施できること、を本稿の目的とする。

2. 提案手法

2.1 個人別 public ディスプレイ

private な情報は個人の PC 画面に留めつつも、グループワークにおける議論を活発化し得る public な情報を、円滑に共有するために、個人別の public ディスプレイの導入を考える。

PC の外部ディスプレイ端子にプロジェクタなどを接続した場合、PC 画面 (private) と共有画面 (public) で同じ画面を表示する「複製画面」と、それぞれ別の画面を表示する「拡張画面」の機能が一般に用いられている。例として、private な情報に Mail, public な情報に Browser を挙げると、複製画面の場合には、共有画面にも Mail が表示されてしまうことになる。また、拡張画面の場合は、Browser を共有画面に表示させている場合には、常に共有画面を見ながらの作業を強いられることになる。これに対して、本稿では、PC 画面には通常通り Mail と Browser を表示しつつ、Browser の複製だけを共有画面に表示することを提案する。表 1 にこの関係をまとめる。

表 1 提案手法における情報提示のコンセプト

	PC 画面 (private)	共有画面 (public)
複製画面	Mail, Browser	Mail, Browser
拡張画面	Mail	Browser
提案手法	Mail, Browser	Browser

そして、この共有画面を一人一つずつ所有することで、遠慮なくお互いの作業状況を確認しあいながら、グループワークにおけるコミュニケーションの円滑化を図る。

2.2 システム概要

以上で述べた個人別の public ディスプレイとして、本稿では iPad を用いた実装を行った。図 1 に示すように、ユーザそれぞれの個人 PC に加えて、他の人から見えるように iPad を 1 台ずつ設置する。

この iPad には、個人 PC の画面内で実行されている Browser の画面が自動的に表示され、自然にグループワークの場に共有されるようにする。ただし、図 2 のように、画面そのもののコピーではなく、同じ URL の情報を iPad 内のブラウザでも表示することで実現する。また、iPad のタッチ入力機能を利用することで、自分の PC 画面でじっくり閲覧したいと思ったページを、容易に転送できるようにする。これらの機能によって、興味深いウェブサイトを見つける、他のメンバーがそれに自然に気付く、その情報を自分の PC に転送する、という一連の流れを円滑に行うことを可能にする。複数の人と人との間のウェブサイト閲覧を支援する枠組みとして、提案システムを Inter-Personal Browsing と名付けた。

Browser 画面だけを iPad に複製表示することで、お互いの状況を容易に確認することが



図 1 Inter-Personal Browsing の外観。



図 2 iPad に PC と同じウェブサイトが表示されている様子。

可能になる。次に重要なのは、他人の public ディスプレイの情報を、どのようなインタラクションを通じて自分の PC に転送するかである。本稿では、Push 型と Pull 型の 2 種類を用意した。情報の送り手と受け手の関係において、送り手の操作によって受け手に転送するものを Push 型、受け手の操作によって転送するものを Pull 型と呼んでいる。

Push 型は「僕が見つけたこの情報を君に送るよ」と言ってメールでその URL を送る行為に似ている。ただし、メールなど別の手段を用いず、図 3 のように、public 画面のタッチ操作でこれを実現する。送り手が受け手を指定して情報を送ることができる一方で、送り手の作業を中断して転送手続きをする必要がある。



図 3 Push 型転送の様子。

Pull 型は「これもらっていくよ」と言って、送り手の作業を中断させることなく、受け手の操作によって自分の PC に情報を転送する仕組みである。図 4 のように、public 画面をタッチすることでこれを実現する。



図 4 Pull 型転送の様子。

以上の機能を実現するためには、複数のユーザの中から受け手の PC を特定する仕組みが必要になる。また、ユーザが使用する PC や OS の種類になるべく依存せずにこれを実現することが重要である。

2.3 システムの実装

本システムでは、ブラウザと iPad が URL の情報を送信しあうことで、iPad への複製表示と他のユーザへの転送を行う。実装はさまざまな PC や OS で利用できるようにブラウザ拡張機能を用い、これに iPad アプリを作成することで実現した。多対多の通信を行うために PC と iPad の情報を一元的に管理するサーバを立て、図 5 のように、通信は全てサーバを経由することにした。

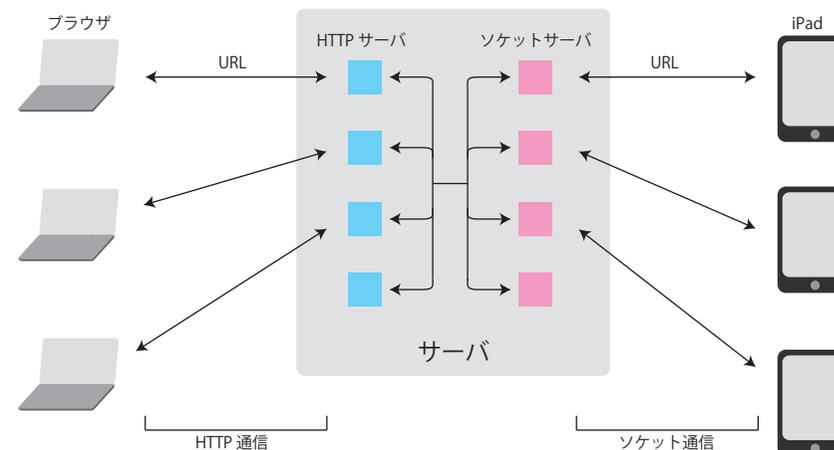


図 5 システム構成

2.3.1 iPad へのウェブページの表示機能

iPad へのウェブページの表示は、ブラウザで表示しているページが切り替わる度に iPad に URL を送信することで実現している。手順は以下の通りである。

- (1) ブラウザで表示しているページの URL を取得する。
- (2) その URL をサーバに送り、サーバから iPad へ転送する。
- (3) iPad で同じページを表示する。

ブラウザ拡張機能の API によって、ブラウザで表示しているページが切り替わるイベントを取得し、その都度 URL を転送している。通信はブラウザ・サーバ間に HTTP 通信、サーバ・iPad 間にソケット通信 (TCP 通信) を採用した。

2.3.2 ウェブページの転送機能

ウェブページの転送機能は、Push 型と Pull 型でそれぞれ手順が異なる。

Push 型は、iPad 上部に表示された送信ボタンを送り手がタッチし、次に表示されるボタンの中から送信したい相手を選択する。受け手を送り手が選ぶという手順であり、あらかじめグループに参加しているユーザとその PC を登録しておくことで実現する。処理の手順は以下の通りである。

- (1) iPad 上で送信相手 (受け手) に対応するボタンをタッチする。
- (2) iPad から URL と受け手の ID をサーバに送る。
- (3) 受け手の個人 PC 上のブラウザに対してサーバから URL 情報を送る。
- (4) URL 情報を得たブラウザは新しいタブでその URL を開く。

Pull 型の場合は、受け手が iPad をタッチすることで、自身の PC に URL を転送する。その際、誰が iPad をタッチしたのかを特定する必要がある。本稿では、これを実現するインタラクションの方法として、自身の PC の Ctrl キーを押しながら iPad にタッチすることで、自分が受け手であることを宣言する仕組みを用意した。このような仕組みによって、一度のタッチ操作で同時に複数の人が情報の転送を得ることも可能になる。処理の手順は以下の通りである。

- (1) Ctrl キーが押されていることをブラウザ拡張機能を用いてサーバに送信する。
- (2) iPad がタッチされた際の URL をサーバに送信する。
- (3) サーバにおいて Ctrl キーを押しているユーザを特定する。
- (4) そのユーザの個人 PC 上のブラウザに対してサーバから URL 情報を送る。
- (5) URL 情報を得たブラウザは新しいタブでその URL を開く。

なおブラウザのキーイベントは拡張機能の API で、iPad のタッチイベントは iOS の API で実装した。

URL の通信は、サーバからクライアントへの送信が必要である。現在ウェブブラウザで利用できる通信方式でサーバからクライアントへの方向をサポートしているものは、Comet と WebSocket の 2 種類がある。Comet は HTTP 通信を用いて擬似的に双方向通信を実現する方式であり、WebSocket と比較するとサーバへの負荷が多く速度も遅いが、WebSocket がまだ比較的新しい技術で仕様が固まっていないため、ここでは Comet を用いた。

3. 実 験

実装した Inter-Personal Browsing を実際に使ったグループワークを通じて、提案システムがユーザに受け入れられ十分に活用されるか、そしてそれが情報共有の効率化に繋がるかを確認するためのユーザテストを実施した。評価のために、iPad の目視回数を記録し、ウェブページの転送回数 (Pull 型 / Push 型) の時間変化を調べた。またアンケートによってユーザの主観評価を得た。

3.1 実験方法

4 人の被験者で、特定のテーマに基づいて共同で検索をする実験を行った。各自が個人所有するラップトップ PC に、本稿で開発した拡張機能をインストールし、あらかじめ用意した iPad を配布した。

被験者は 4 人の大学生・大学院生 (平均年齢 24.5 歳)、その内 3 人が男性、1 人が女性であった。被験者は、本実験の前に練習として本システムをおよそ一時間利用してグループワークを行っている。実験では、長机と小さい机を組み合わせで作った 135cm 四方の机に、作成したアプリをインストール済みの iPad と被験者が各々持参したラップトップ PC を被験者が自ら配置し着席した。

初めにシステムについて説明した後、課題を実践してもらい、最後にアンケートに回答してもらった。アンケートの質問事項は次節で結果と共に述べる。課題は「一人暮らしを始める男子大学生のために、欲しい電化製品を 50 万円以内で揃える」とし、4 人 1 組で何が必要でどの機種にどんな機能があってどこでいくら購入できるのかという議論をしてもらった。

3.2 結果と考察

3.2.1 システムの利用回数

まず、被験者 4 人の iPad の目視回数とウェブページの転送回数を 10 分ごとに合計したヒストグラムを図 6 に示す。iPad の目視回数とウェブページの転送回数から、システムは終盤まで利用され続けたことが確認できた。また、検索結果の共有はすべてタッチインタラクションで行われ、従来のように URL をメールで送るような行為は行われなかった。

0-20 分はいずれの回数も 10-30 回くらいを記録した。20-40 分には、ページ転送回数は減少し iPad の目視回数は増加した。この時間帯は会話が盛り上がり、iPad を用いて互いに商品を紹介し合う様子が観察された。そして 40-60 分にはいずれの値も高めの回数を示した。ここでは、実験終了までに結論を出すために被験者が盛んにページ転送を行っている様

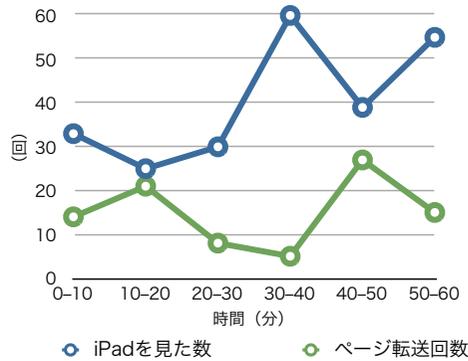


図 6 iPad の目視回数とウェブページの転送回数

子が確認された。このように、議論の状況に応じてシステムの使い方が変化することが確認された。

3.2.2 2つの転送方法

2種類の転送方法は、ユーザの好みに依存するようであった。図7は、Pull型とPush型の利用回数をユーザ毎に比較した図である。また、表2に各ユーザの全転送回数に占めるPull型の割合（Pull率）を示す。

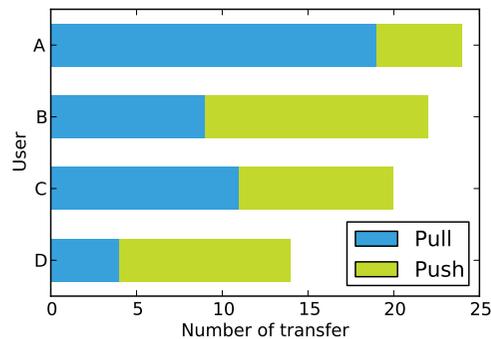


図 7 Pull型とPush型の利用回数

表 2 ユーザ別の Pull 率

ユーザ	Pull 率 (%)
A	79
B	41
C	55
D	29
平均	51

グラフには縦軸にウェブページを転送された回数が多い順にユーザを並べ、横軸に転送回数を転送手法の種類で色分けして示した。ユーザ別の Pull 率を平均した値は 51%となり、Pull と Push がほぼ同程度に用いられたことが分かるが、ユーザによって Pull 型の割合が 29%–79%と広く分布する結果となった。

送り手が主導する Push 型と受け手が主導する Pull 型は、いずれも必要であり、状況によって使い分けられ互いに補完し合う関係であると考えられる。

3.2.3 アンケート

アンケートの質問事項は次の通りである。

- Q1 他のメンバーの iPad を見て、他のメンバーの活動をより良く知ることができましたか？
- Q2 iPad に自分の見ているウェブページが表示されることで、他のメンバーに自分の活動を伝えやすくなりましたか？
- Q3 他のメンバーの iPad からウェブページを送ってもらうことで、他のメンバーの活動をより良く知ることができましたか？
- Q4 iPad から他のメンバーにウェブページを送ることで、他のメンバーに自分の活動を伝えやすくなりましたか？
- Q5 このシステムを用いて、協力が進みましたか？
- Q6 このシステムを用いて、分担が進みましたか？

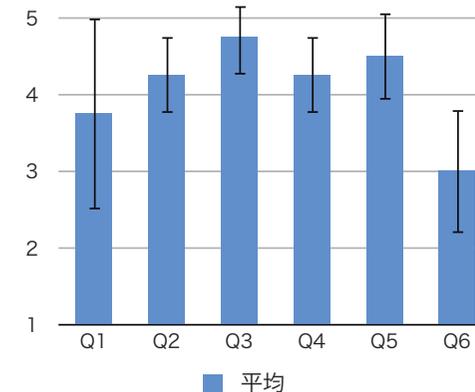


図 8 アンケート結果。

これら6つの質問は「とても思う」「やや思う」「どちらでもない」「やや思わない」「とても思わない」の5段階評価とし、それぞれに「その理由を教えてください」という自由記述式の質問を加えた。図8にアンケートの結果を示す。「とても思う」が5点で「とても思わない」が1点である。Q1からQ5に関しては平均4.0前後の肯定的な評価を得た。その理由の回答としては、Q1「他の人がどのようなサイトを見ているかが分かり、話題の共有ができた」、Q3「送ってきたサイトは自分が見ていたサイトと違ったことが多く、送ってくれた人の活動を知ることができた」などの意見があり、概ね期待通りにシステムが活用されていたと言える。

一方、Q6は平均3.0で中立的な結果だった。これは、今回は全員で一致した結論を出す課題だったため、分担をする必要があまりなかったことが原因であると考えられる。WeSearchの論文²⁾でも、作業の特性により、システムの利用のされ方が変わることは述べられている。

また、否定的な意見にはUIに関するものがあった。特にPush型の転送の際に自分のラップトップPCの向こう側にあるiPadでボタン操作をしなければならず不便であったとの指摘があった。送り手が主体となるPush型は、iPadではなく個人PC上で操作させる仕様に変更することで、この問題の解決を図ることができると考えられる。

4. 関連研究

共同でのウェブ検索を支援するシステムとして、スクリーンなど共有ディスプレイを用いる方法と、テーブルトップを用いる方法の2つが主に研究されている。

共有ディスプレイを用いて実装されたシステムには、SearchTogether³⁾、CoSearch⁴⁾がある。SearchTogetherは、遠隔地にいる複数人が一つの共有ディスプレイを用いて検索を行うためのソフトウェアであり、テキストチャット機能・ユーザ別の検索履歴の表示・検索結果の表示画面などが含まれている。CoSearchはその発展であるが、SearchTogetherと異なり、ユーザが一つのコンピュータを囲んで利用する状況を想定している。

テーブルトップ型としてはWeSearch²⁾、WebSurface⁵⁾がある。テーブルトップの作業スペースの広さとインタラクティブ性が活かされている。

共有ディスプレイ型は情報の一覧性に優れ、情報共有は行いやすいものの、各自の作業スペースが十分に確保できず、個人の作業効率が下がってしまうなどの欠点がある。テーブルトップ型は共有ディスプレイ型の欠点を解消したものの、高価で持ち運びがしにくいデバイスであるため、その導入障壁が問題となる。本稿では、ユーザが日常的に用いているPCのブラウザに拡張機能をインストールし、それぞれが個人別のpublicディスプレイとしての

iPadを持つというシンプルな構成で、これらの問題に対する解決を図ったものである。

5. むすび

本稿では、複数人で協調・分担して問題の多角的解決や創発的作業に取り組むグループワークにおいて、情報の収集・共有を円滑に行うシステムについて、ウェブ検索活動に対象を絞って検討した。private / publicという観点から効率的で円滑な情報提示を実現する手法として、ブラウザ拡張による実装と実世界指向インタラクションのデザインを行った。特に、あるユーザの検索結果を共有し、他のユーザがその情報を転送して得るための手段として、Push型とPull型の仕組みを提案し、実験を通じてその有効性を確認した。

今後は、様々な被験者で既存のシステムとの比較実験を行い、より詳細な評価を進める。また、ユーザからのフィードバックを反映し、より適切なインタラクションデザインを検討していく予定である。

謝辞 本研究の一部はJST CREST「共生社会に向けた人間調和型情報技術の構築」領域「同所性・指向性制御に基づく多人数調和型情報提示技術の構築と実践」による助成を受けた。

参考文献

- 1) Morris, M.R.: A survey of collaborative web search practices, *Proceeding of the twenty-sixth annual CHI conference on Human factors in computing systems - CHI '08*, New York, New York, USA, ACM Press, p.1657 (online), DOI:10.1145/1357054.1357312 (2008).
- 2) Morris, M.R., Lombardo, J. and Wigdor, D.: WeSearch, *Proceedings of the 2010 ACM conference on Computer supported cooperative work - CSCW '10*, New York, New York, USA, ACM Press, p.401 (online), DOI:10.1145/1718918.1718987 (2010).
- 3) Morris, M.R. and Horvitz, E.: SearchTogether, *Proceedings of the 20th annual ACM symposium on User interface software and technology - UIST '07*, New York, New York, USA, ACM Press, p.3 (online), DOI:10.1145/1294211.1294215 (2007).
- 4) Amershi, S. and Morris, M.R.: CoSearch, *Proceeding of the twenty-sixth annual CHI conference on Human factors in computing systems - CHI '08*, New York, New York, USA, ACM Press, p.1647 (online), DOI:10.1145/1357054.1357311 (2008).
- 5) Tuddenham, P., Davies, I. and Robinson, P.: WebSurface, *Proceedings of the ACM International Conference on Interactive Tabletops and Surfaces - ITS '09*, New York, New York, USA, ACM Press, p.181 (online), DOI:10.1145/1731903.1731938 (2009).