

協調作業における比較検討のための 複数端末連携手法

松原 理紗^{1,a)} 高田 秀志^{2,b)}

概要: 近年、スマートフォンやタブレット端末といった携帯端末の普及によって、携帯端末を用いた協調作業が多く行われるようになった。作業同士が議論しながら行う比較検討は、協調作業において重要な場面である。また、作業者が協力して作業を行える環境が整っていることは必要不可欠である。しかし、既存の Web ブラウザを用いた対面協調検索作業に着目すると、比較検討を行う場面において、作業者が自身の持つ端末に集中してしまう点や、複数の情報を並べて閲覧できない点などに、協力して作業を行える環境として不便さがある。そこで本研究では、比較や検討を行いやすいインタフェースとして、複数台の携帯端末を連携して情報共有を行う手法を用いたシステムを構築する。本システムは、複数台の携帯端末を連携させる方法として、「並べる」「見比べる」「広げる」という機能を持っていることが特徴である。

A Method of Connecting Mobile Terminals for Comparative Discussion in Cooperative Work

MATSUBARA RISA^{1,a)} TAKADA HIDEYUKI^{2,b)}

Abstract: With the spread of mobile terminals such as smart phones and tablet terminals, people are often conducting cooperative work using mobile terminals. Comparative discussion conducted by workers is an important scene in cooperative work and it is essential that working environments are well organized so that workers can cooperate each other. However, focusing on the face-to-face cooperative search work using existing Web browsers, such environments have the inconvenience in terms of the fact that workers concentrate on their own terminals and that they cannot view pieces of information side by side when discussing comparatively. In this research, as an interface to make comparison discussion easier, we develop a system using a method for sharing information by connecting multiple mobile terminals. This system has advantageous functions of "Lining-up", "Comparing" and "Expanding" as a method of connecting mobile terminals.

1. はじめに

複数人が協力して作業を行う協調作業では、個人で作業を行うよりも良い効果が得られることから、その重要性が高まってきている。また、スマートフォンやタブレット端末といった携帯端末の普及が進んでおり、国内における携

帯端末の普及率は、2010年から2015年の6年間でスマートフォンが62.3%、タブレット端末は26.1%増加している[1]。これにより、携帯端末を利用した協調作業が多く行われるようになった。協調作業とは、複数人が協力しながら一つの作業結果を作り出していくことである。例えば旅行の計画を立てる、パーティーの計画をするというような作業のことを指す。複数の人が協力することによって、一人ではなし得ない、あるいは一人では困難な作業を行うことができる。

協調作業には「情報を収集する場面、情報を共有する場面、情報を比較検討する場面」の3つの場面がある。この中でも比較検討の場面は、他者との協力や意見のすり合わ

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

² 立命館大学情報理工学部
College of Information Science and Engineering, Rit-
sumeikan University, Kusatsu, Shiga 525-8577, Japan

a) r_matsubara@cm.is.ritsumeikai.ac.jp

b) htakada@cs.ritsumeikai.ac.jp

せが必要不可欠な協調作業において、重要な役割を担っている。また、協調作業を進めるためには「作業を共有すること、すなわちメンバーが協力して共有された情報やオブジェクトを使用して作業できるような環境を整えることが必要不可欠である。

本研究では、協調作業の中でも、参加者が対面環境で同時に携帯端末を用いて検索作業を行う、対面協調検索作業に着目する。Safari や Chrome など既存のブラウザを利用した協調検索作業には、Airdrop^{*1} や SNS のダイレクトメッセージ等を用いるといった情報の共有方法がある。これは我々が普段行う最も一般的な方法であるが、複数の端末でページを表示させたり動かしたりする点に、不便さがある。

そこで本研究では、携帯端末を用いて Web 検索を行う協調検索作業を対象に、比較や検討を行いやすいインタフェースを持つ協調検索支援システムを構築することを目的とする。

以下、本稿の構成を述べる。2 節で既存研究と本研究の関連を述べる。3 節では、比較検討をスムーズに行うための協調検索支援システムについて述べる。4 節で評価の方針について述べる。最後に 5 節でまとめと今後について述べる。

2. 協調作業における比較検討

本節では、協調作業における比較検討の場面の重要性と、協調作業に必要な共有対象について述べる。また、比較検討や携帯端末の連携に関する既存の研究について述べる。

2.1 比較検討の重要性

協調検索作業には、図 1 のように、情報を収集する場面、次に情報を共有する場面、さらに共有された情報をもとに比較検討を行う場面がある。情報を収集するとは、インターネットを利用した検索によって情報を集めること、情報を共有するとは、検索によって集めた情報を作業同士で共有することである。また、比較検討をするとは、作業同士で話し合いながら、共有された複数の情報について比較や検討を行うことである。協調検索作業では、作業個人個人の持つ意見や価値観を合わせることで、集団として一つの結論を導き出すことができる。比較や検討を行うことは、自分の考えを述べると同時に他人の考えを知り意見を合わせる機会であり、個人作業には存在しない、協調検索作業において重要な場面である。

2.2 協調作業において必要な共有対象

協調作業を進めるためには、「情報の共有、意識の共有、作業の共有」が必要不可欠であると考えられている [2]。情

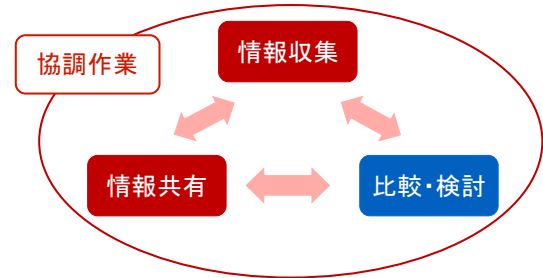


図 1 協調作業の 3 つの場面

報の共有とはメンバー間で情報を共有することであり、意識の共有とは、共通の目的遂行のためにメンバー間でコミュニケーションを取り意識を合わせることである。作業の共有とは、共有された情報に対して、メンバーが協力して作業できるような環境を構築することである。

2.3 既存の比較検討を行う環境

対面状況で携帯端末を用いて、既存のブラウザ環境で協調検索作業を行う場合の端末の利用方法を図 2 に示す。一般的には、図 2 の左側のように作業一人一人が端末を手に持ち、個別で利用する方法が考えられる。端末を個別に利用すると、自身の持つ端末に集中してしまうため、協調的な行動を取りづらくなったり、コミュニケーションの量が低下したりして、活発な議論が行われない。また、個人の調べた複数の情報について他の作業者と比較する場合は、自身の持つ端末のみを使用してコンテンツを表示する。これは、複数のページを行き来しながら情報を閲覧するため、比較や検討が行いづらくなることが考えられる。このような問題に対して、図 2 の右側のように、複数台の端末を連携させて利用することが可能であれば、複数のページを並べて表示することができるため、比較や検討が行いやすくなると思われる。また、端末を机に並べていることで、自身の端末に集中することが減り、議論が活発に行えることも考えられる。

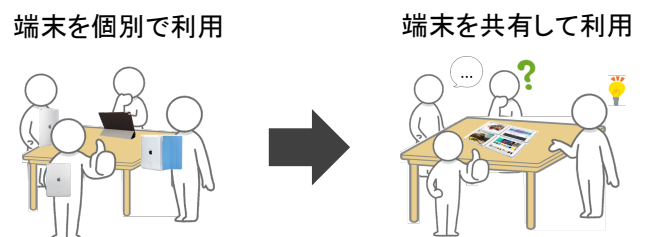


図 2 比較検討中の端末の利用方法

2.4 既存研究

オンラインショッピング上での複数人による協調購買行動をサポートするためのインタフェースを提案し、評価を行っている研究 [3] がある。提案された協調購買インタ

*1 AirDrop <https://support.apple.com/ja-jp/HT204144>

フェースは、仮想空間上に EC サイトが展開されたようなシステムであり、たくさんの商品情報が並べられた空間を複数の作業者が共有している。その空間を作業者の端末で覗き込むようにして閲覧し、比較と検討を行うことができる。実験の結果、従来の方法よりも、商品の評価や比較を行うコミュニケーションが増加することが示されている。

アプリケーションの実行中に、複数の携帯端末を用いて画面の構成を動的に変更し、マルチディスプレイ環境を実現している研究 [4] では、隣接する 2 つのデバイスのスクリーンを、2 本の指で繋げるようにスワイプ操作を行うことで、デバイスの画面をつなげることを可能にしている。動作検証の結果、「動的なレイアウト変更」に耐えるインタフェースとして十分な速度で接続が可能であることが示されている。また、デモを行った結果からも肯定的な感想を得ており、直接的で直感的な操作の可能なインタフェースを持つ提案システムが、複数人による対面状況での作業等で、利用を展開できる可能性があると考えられている。

複数台のスマートフォンを並べて配置し、協調作業を行うことのできるワークスペースを構築している研究 [5] では、各端末が作業内容をローカルに保持し、各端末で行う操作による差分を端末間で共有することで、柔軟で安定した環境を構築している。

画面の小さな携帯情報端末で KJ 法を行うために、画面共有と画面結合を可能にしたシステムを提案し、評価を行っている研究 [6] では、画面結合と画面共有を柔軟に切り替えることで、携帯情報端末を用いて容易に KJ 法を行うことを可能にしている。ユーザ評価実験の結果、KJ 法のうち個人によるアイデア出しの作業では提案した機能がほとんど使用されなかったのに対し、意見を整理したりまとめたりする共同作業においては、有効であることが示されている。

これらの研究から、複数台の携帯端末を連携させて作業を行うことは、協調作業における「作業者が協力して作業を行える環境」として有効であると考えられる。また、作業に対して適切な環境を用意することは、比較や検討を行いやすくするための重要な要素であると言える。このように、既存の研究では、複数台の携帯端末を用いた作業に関する研究が多く見られるようになってきた。しかし、その中でも比較検討の場面に対する適切な作業環境に関しては、十分な検討が行われていない。

3. 複数端末連携手法

本節では、携帯端末を用いた協調的な Web 検索作業において、複数台の端末を連携させて共有しながら利用する手法について述べる。まず、既存のブラウザ環境に対して、比較検討を行いやすくするために必要なユーザインタフェースを提案する。次に、提案した環境を実現するために必要な機能について述べる。最後に、実現する機能の実

装部分について述べる。

3.1 複数端末を用いた比較検討方法

前節でも述べた通り、協調検索作業において、従来のブラウザ環境では比較検討を行うのに不便さがある。そこで、本研究では複数端末を連携させた比較検討の方法を提案する。

3.1.1 複数台の端末を連携させたページ遷移

複数の情報に対して比較検討を行う場合、比較対象の情報群が一覧になっている、あるいは一目で閲覧できることが望ましい。しかし、携帯端末で利用する従来のブラウザ環境は、情報群である Web ページを並べて閲覧することはできないため、ページ遷移によって Web ページを順番に閲覧することになる。作業者は複数の情報を比較したい場合、比較する情報を一度記憶する必要がある。そのため、比較する Web ページ間の遷移が多くなり比較や検討が行いづらい。

協調検索作業では、作業者が情報収集の場面において個人で利用した端末が人数分存在すると考えられる。そこで、複数台の端末を利用してページ遷移を行うことができれば、比較検討したい Web ページを横に並べ、一目で見ることができる。比較する対象を同時に閲覧することで、複数の情報を比較しやすくなると考えられる。

3.1.2 スクロール操作の同期

飲食店や料理のレシピ、ホテルなど、同じレイアウトで多数の情報がまとめられているページが存在する。このようなページを比較する際、同じ項目の情報にたどり着くために、同じ操作を何度も行うことが考えられる。複数の端末を使って比較検討を行う場合、同じレイアウトのページに対する操作を一度に行うことができれば、目的の情報までの到達時間が短縮でき、また情報の比較検討が行いやすくなる。

3.1.3 画面の拡張

地図のように、画面に収まりきらない大きなコンテンツを利用する場合、携帯端末の画面は広範囲を閲覧するには小さく不十分と言える。複数台の携帯端末の画面を、作業の状況に合わせて繋げたり外したりすることができれば、画面に収まりきらない大きなコンテンツに対する検討が行いやすくなると考えられる。

3.2 機能要求

上記の検討をふまえ、複数端末を用いた比較検討方法に基づいた、協調検索支援システムの機能要求について述べる。本研究は協調検索を対象としているため、今回構築する協調検索支援システムには、ページの行き来やリロード等、Web 検索において基本的な機能を有しているものとする。また、今回提案する「複数端末を用いた比較検討方法」から、比較検討をスムーズに行うために必要な機能の構造

を図3に示す。この図にしたがって、以下のような機能を持つ協調検索支援システムを構築する。

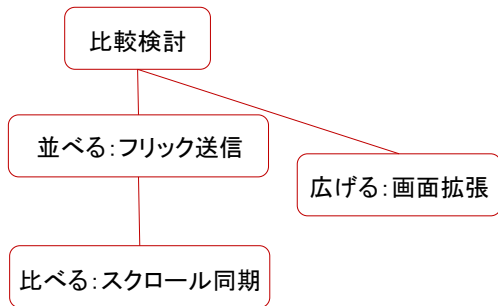


図3 機能要求

- 並べる
比較したい複数の Web ページを、並べて閲覧できる
- 見比べる
同じようなレイアウトの Web ページを比較する際に、スクロールを同期できる
- 広げる
地図のようなコンテンツを閲覧する際に、複数台の端末をつなげて、マルチディスプレイのように扱える

3.2.1 並べる機能

比較・検討したい Web ページを並べて閲覧するために、複数台の端末を使用したページ遷移のできる「並べる機能」を設ける。図4に示すように、ある端末のページから、他の端末を利用して新しいページを開くことができる。まず、図4左側のように、比較したい Web ページの URL を長押しすることで、図4中央のように、URL の情報を含んだラベルが現れる。次に、新しくページを開きたい端末の方向へフリック操作を行うことによって、ラベルに含まれている URL の情報を、特定の端末に送信することができる。受信した端末側では、その URL の Web ページを表示する。これによって、一つの端末でページを行き来せず、複数の Web ページの情報を比較・検討することができる。また、Web ページを受信した側の端末では、画面左下にある戻るボタンを使用して、元の Web ページに戻って閲覧することができる。

3.2.2 見比べ機能

「見比べ機能」は、図5に示すような、一つの端末へ行った操作によって他の端末も一緒に操作する機能である。Web 検索を行う際、複数の同じようなレイアウトを持つページを比較・検討することが考えられる。端末を並べて、同時に操作できることで、比較や検討をスムーズに行うことが期待できる。

まず、「並べる機能」を使って比較したい Web ページを複数の端末にそれぞれ表示させる。次に、右下のボタンを押し、接続されている端末名リストの中から、見比べたい Web ページを開いている端末の名前を選択する。選択さ



図4 並べる機能

れた端末の方には許可の要求が送信され、アラートとして表示される。許可が得られれば、要求を送信した側が親となって、操作を同期させることが可能になる。見比べ機能を終了したい場合には、親となった端末が右下のボタンを押すことで、操作の同期が終了する。また、見比べ機能が動いている間は、親となった1台以外の端末による操作を行うことはできない。

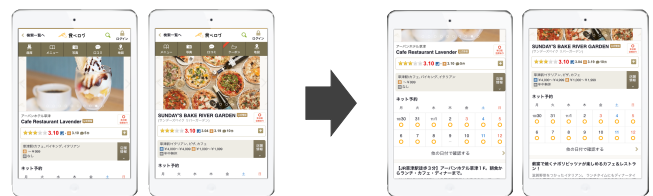


図5 見比べ機能

3.2.3 広げる機能

複数台の端末を並べることで、図6のように画面を拡張できる「広げる機能」を設ける。複数台の端末を横に並べ、端末同士の画面を繋げることで、複数台の端末の画面を一台の端末の画面のように扱うことが可能である。

地図を見たい場合、地図を閲覧できる Web ページの URL を開くと、該当する地点情報を中心とした地図専用のビューへと遷移する。次に、画面右上の Expand ボタンを押し、接続されている端末名リストの中から、拡張に使用したい端末の名前を選択する。選択された端末側には許可の要求が送信され、アラートとして表示される。許可を得られれば、要求を送信した側の右側に続く座標が表示され、マルチディスプレイとして扱うことができる。終了したい場合は、親となった端末が再度 Expand ボタンを押すことで、拡張が終了する。また、広げる機能が動いている間は、拡張に使用されている側の端末は、操作を行うことはできない。

3.3 実装

本研究では、携帯端末として Apple 社の iPad を利用する。

*2 Multipeer Connectivity <https://developer.apple.com/library/ios/navigation/>

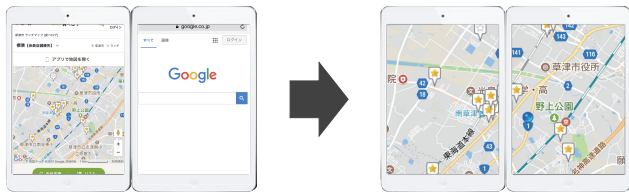


図 6 広げる機能

また、近接している iPad 間での通知情報の送受信を実現するために、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 Multipeer Connectivity フレームワーク*2を利用する。

初期設定

本研究では、複数台の端末を連携させるにあたって、端末同士の位置関係を手動で登録する方法を採用している。図 7 に示されるような他者のアイコンをドラッグ操作で移動させ、現実空間の作業者の位置関係に対応付けて配置することで、端末同士の相対的な方向を設定することができる。

端末同士の位置関係を設定する方法としては、原点からの角度を用いる。端末画面の中心点を $(0,0)$ とし、他端末の座標を (x,y) とする。原点と他端末の座標、 $(0,y)$ の 3 点から構成される直角三角形の角度は $\tan^{-1}(y/x)$ で求めることが可能である。この角度を用いて、自身の端末と他端末の位置関係を構成することが可能である。この位置関係を利用して、送信時のフリック操作から得られる角度と比較し、特定の端末へのコンテンツ送信が可能となる。

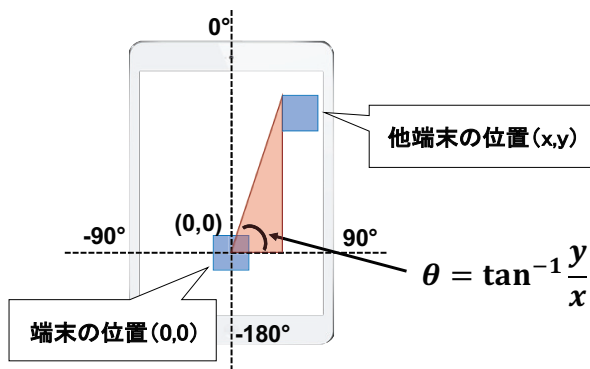


図 7 初期設定

スクロール操作の同期

見比べ機能では、一方の端末で行われたスクロール操作によって、他の端末でも同じ量だけ画面のスクロールが行われる。本研究では、図 8 に示すように、操作によって生じたオフセット量を他の端末に送信する方法を採用することで、見比べ機能を実現している。iOS 上の UIScrollView では、ページの最上部を 0 とし

たページの高さを取得することができる。そのため、この高さを共有することで Web ページの同じ箇所を閲覧することができる。本システムでは、同じ画面サイズの端末を利用することを想定しているため、画面サイズによるズレは考慮しないものとする。

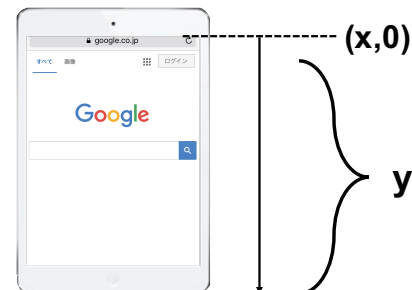


図 8 スクロール操作の同期

地図の拡張

広げる機能では、地図を閲覧する際に、複数台の携帯端末をマルチディスプレイのように拡張して使用することができる。本研究では、図 9 に示すように、端末の画面に表示されている地図領域の中心点及び中心を基準として取得できる閲覧領域の横幅の距離を共有することで、広げる機能を実現している。地図の表示箇所を移動する際は、その度に上記と同等の処理を行い同期する。

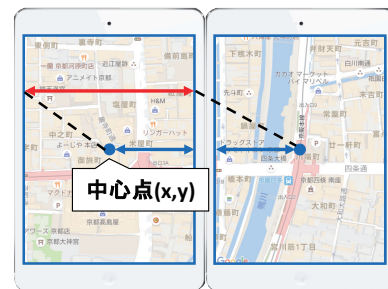


図 9 地図の拡張

4. 評価の方針

本研究では、提案手法に基づいて協調検索支援システムを構築した。本節では、構築したシステムを使用して今後行うユーザ評価について述べる。

4.1 評価実験

評価実験として、構築したシステムを用いて実際に協調検索作業を行う。3~4 名の被験者を一組として、パーティーの企画等を行ってもらい、被験者の主観的なアンケートや、客観的な実験の様子について評価を行う。

4.2 成果物の評価

提案する手法が比較や検討を行うのに適していれば、でき上がった成果物は、既存のブラウザを用いた作業によるよりも、より優れたものになると考えられる。そこで、評価実験を行なってできた企画案に対して、完成度やといった点について第三者による評価を行う。

5. おわりに

本研究では、携帯端末を用いた協調作業の中で行われる比較検討の場面において、比較と検討を行いやすいインタフェースを持つ協調検索支援システムを構築した。今後は、このシステムを用いて、既存のブラウザと比較したユーザ評価実験を行い、有用性について評価していく。

参考文献

- [1] 総務省：情報通信統計データベース，入手先く <http://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/whitepaper/h29.html> > (2017).
- [2] 岡田謙一：4. 協調作業におけるコミュニケーション支援 (<小特集>コミュニケーション支援)，電子情報通信学会誌，Vol. 89, No. 3, pp. 213-217 (2006).
- [3] 小池宏幸，酒巻隆治：タブレット型デバイスによる協調購買インターフェースの提案，*IPSI Interaction* (2012).
- [4] 田中潤，太田高志：スマートフォンを利用した複数画面の連携表示と動的なレイアウト変更によるアプリケーション，情報処理学会シンポジウム論文集 (インタラクション 2012) (2012).
- [5] 工藤聖広，辻野友孝，佐野博之，白松俊，大園忠親，新谷虎松：複数スマートフォンを用いた分散共有ワークスペースの試作，第 24 回人工知能学会全国大会論文集 (CD-ROM)，1D3-3 (2010).
- [6] 野田敬寛，吉野孝，宗森純ほか：GDA: 複数の PDA による画面結合および共有システム，情報処理学会論文誌，Vol. 44, No. 10, pp. 2478-2489 (2003).