

発話を活用した情報共有インタフェースが 対面協調検索へ与える効果の検証

山本 卓嗣¹ 高田 秀志²

概要：複数人で共通の目的を達成するために、対面して協調検索を行う機会が増えてきている。対面での協調検索では、Web上の情報を検索し、他者とWebページの共有を行う。対面での協調検索において、会話によってコミュニケーションを取ることは重要であると考えられるが、実際には会話があまり行われない場合がある。本研究では、この原因を既存の情報共有インタフェースを介した場合、情報共有操作に伴う「会話の途切れ」が発生するからであると予想する。この会話の途切れが発生することにより、共有したWebページについて、会話が行われない場合があるという問題が発生する。本研究では、この会話の途切れを解消するために、発話を活用した情報共有インタフェースを構築する。本インタフェースでは、音声認識機能を利用することで、発話を情報共有インタフェースに活用し、これにより、会話の途切れが発生しない情報共有を実現する。検証実験では、本インタフェースと、タップ操作によってWebページが送受信できる情報共有インタフェースとを比較した実験の結果、本インタフェースを協調検索に採用することによって、共有したWebページについて会話が行われるようになることが分かった。一方で、発話を活用した情報共有操作に不慣れたユーザが多かったため、操作性については改善が必要であることがわかった。

Evaluating Effects of Information Sharing Interface Utilizing Utterance on Co-located Collaborative Search

TAKATSUGU YAMAMOTO¹ HIDEYUKI TAKADA²

1. はじめに

近年、新たな高性能端末が普及している。例えば、今まで使われてきたフィーチャーフォンがスマートフォンに移り変わり、持ち運び可能な高性能端末の一つであるノート型PCがタブレット端末に移り変わってきた。これらに伴い、複数人が端末を持ち寄り、対面して協調検索を行う機会が増えてきた [1]。対面した協調検索では、検索したWebページをその場で相手と共有したくなるような場面が多く見られる。その際に利用される既存の情報共有インタフェースとして、Apple社のiOS端末に搭載されているAirDropや、メッセージングアプリケーションのLINEなどが挙げられる。協調検索において、参加者が持ち寄った端末間で情報共有を行うためには、送信側では共有相手へ情報を送信する操作、受信側では共有相手から情報を受信

し、受け取った情報を閲覧する操作が必要である。このような操作は通常、ボタンをタップすることで行われる。

協調検索において、参加者が共通にもつ目的を達成するためには、情報や意図を伝達するコミュニケーションをとることが重要である [2]。コミュニケーションをとることによって、参加者全員の意見がより反映された成果が得られるようになり、参加者それぞれの満足度の高い協調検索が実現する。参加者が対面して行う協調検索の場合、コミュニケーションは会話によってとられる。しかし、対面した協調検索において会話があまり行われない場合がある。これには様々な原因が考えられるが、本研究では会話が行われない原因を、上記のような既存の情報共有インタフェースを介した場合、情報共有操作に伴う「会話の途切れ」が発生するからであると予想する。「会話の途切れ」が発生することによって、情報共有後に共有物に対する会話が行われず、満足度の高い協調検索に繋がらない場合があると考えられる。

¹ 立命館大学 情報理工学研究科

² 立命館大学 情報理工学部

そこで、本研究では、発話を活用した情報共有インタフェースを採用することによって、ユーザに情報共有の操作中に発話させることを実現する。これにより、会話の途切れをなくし、よりコミュニケーションのとれた協調検索を行えるようにする。また、発話を活用した情報共有インタフェースが、対面での協調検索におけるコミュニケーションにどのような影響を与えるかを実験により検証する。

以下に本論文の構成を示す。2章では会話の途切れについて説明し、それに対する本研究のアプローチを述べる。3章では、検証実験を行うために構築した発話を活用した情報共有インタフェースについて述べる。4章では、検証実験の内容とその結果、さらに評価について述べる。5章では、本研究のまとめと今後の展望について述べる。

2. 研究のアプローチ

本章では、情報共有操作に伴う会話の途切れが起きることによって発生する問題と、この問題に対する発話を活用した情報共有インタフェースの必要性について述べる。また、本研究と関連のある文献を紹介する。

2.1 情報共有操作に伴う会話の途切れ

対面での協調検索を行う時に見られる、共有ページを議論するまでの理想的な流れを図1に示す。情報共有を行う前に、送信者と受信者は「このページ見て」(要求)「いいよ」(了承)など、情報共有を促す会話のやりとりを行う。その後、共有操作の終了後に、共有した Web ページについての議論を会話によって行う。しかし、共有操作は、端末の画面をタップする操作によって会話とは独立して行われるため、この間に送信者と受信者は会話を行わないと考えられる。例えば、AirDrop の場合、送信側のユーザは共有したい Web ページを発見すると、他者と Web ページを共有するために画面の下部に配置されているキャプチャボタンをタップする。それにより、送信先の一覧が表示されるので、その中から送信先の端末を選択する。受信側のユーザは、Web ページの共有を知らせるポップアップが表示されるので、その中の「受け入れる」ボタンを選択する。この間に、ユーザ同士では会話を行う必要はない。そのため、タップ操作での情報共有手法では、情報共有時に会話が行われない場合がある。これにより、共有ページを議論するまでの流れに対して、情報共有の操作中は会話が途切れていると考えられる。本研究では、このような途切れを、情報共有操作に伴う「会話の途切れ」と定義する。会話の途切れが発生することにより、ユーザ間で共有した Web ページの議論が行われないという問題が発生する。

このような問題を解決するために、本研究では、発話によって送信操作と受信操作を行う情報共有インタフェースを構築する。情報共有操作に発話による操作を加えることによって、既存の情報共有インタフェースよりも操作性が

悪くなる可能性がある。しかし、送信と受信のタップ操作に、発話という新たな操作をあえて加えることで、独立していた会話と情報共有操作を関連づけ、会話の途切れがなくなり、共有した Web ページについての議論が行われやすくなると考えられる。

発話を活用した情報共有インタフェースの構築には、音声認識機能を利用する。

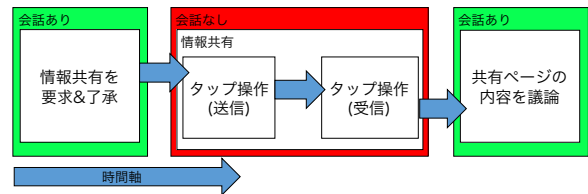


図1 共有ページを議論するまでの流れ

2.2 関連研究

音声認識技術の研究では、テキスト入力や翻訳など、音声認識を利用したシステムの性能や操作性について評価が行われてきた。例えば、Web 検索時に利用され始めている音声認識によるテキスト入力の操作性を検証した研究 [3] では、音声認識システムを用いた場合、入力操作が比較的容易になることが示されている。また、音声認識機能を用いた翻訳システムの研究 [4] では、音声翻訳技術の研究の過程と現状が述べられており、固有名詞が含まれない発話内容に対して高い精度があると示されている。本研究では、このような利点を持つ音声認識機能を情報共有インタフェースに利用し、このインタフェースが協調検索におけるコミュニケーションに与える効果を検証する。

また、手渡し動作による情報共有手法が協調検索におけるコミュニケーションに与える効果を検証した研究 [5] では、紙を手で相手に渡すという人間が日常的に行っている自然な動作を活用した情報共有手法が、協調検索におけるコミュニケーションを向上させる可能性があることが示されている。この研究では、紙を手で渡す動作の代わりとなる、端末を振るという動作を情報共有インタフェースとして採用している。これに対して、本研究は、日常的に行われる発話を情報共有インタフェースとして採用する。

3. 発話を活用した情報共有インタフェース

本章では、情報共有インタフェースの機能と、その実装方法について述べる。本研究では、電子端末として iPad を利用する。

3.1 機能

各ユーザは iPad をそれぞれ所持していることとする。送信側の画面を図2に、受信側の画面を図3に示す。ユーザは検索作業を行っている時に、他のユーザと共有したい

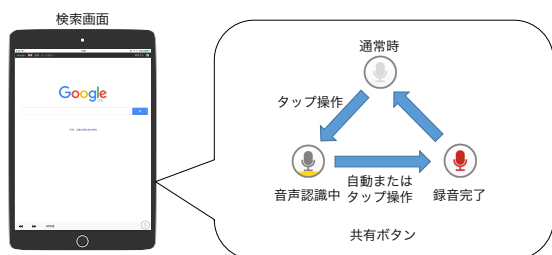


図 2 送信側の画面



図 3 受信側の画面

Web ページがあれば、検索画面の右下にある「共有」ボタンをタップし、「高田 (送信先ユーザ名) 先生へ送る」などと発話する。発話が認識されると、発話されたユーザ名に対応する端末の検索画面上に「受け取りますか?」というポップアップが表示されるので、受信したい場合は「受信」ボタンをタップした後に「受信する」や「受け取る」と発話する。これにより、検索画面から共有画面へ遷移し、共有された Web ページが表示される。共有画面で「戻る」ボタンをタップすることにより、ユーザは検索画面に戻ることができる。共有しようとしている Web ページを受信したくない場合は「拒否」ボタンをタップすることで、ポップアップが消え、検索作業に戻ることができる。また、検索画面の下部にある「HOME」ボタンをタップすることにより、Google の検索画面に戻ることができ、左下の戻るボタンをタップすることで前の Web ページに、進むボタンをタップすることで次の Web ページに遷移することができる。

また、図 2 に示すように、ユーザは「共有」ボタンに表示されるアイコンによって音声認識がどの状態であるかを知ることができる。通常時にこのボタンがタップされることにより、音声認識中の状態になる。この間、ユーザは発話による操作が可能となる。また、音声認識中は、認識している音の大きさによって、ボタン内の黄色部分の比率が変化するアニメーションが表示される。音声認識機能として利用している API が音声認識区間の終了を検知すると、録音完了状態に遷移する。ユーザは、ボタンの色が赤色に変化することで、録音が完了したことを確認できる。音声認識中にボタンをタップすることにより、ユーザが音声認

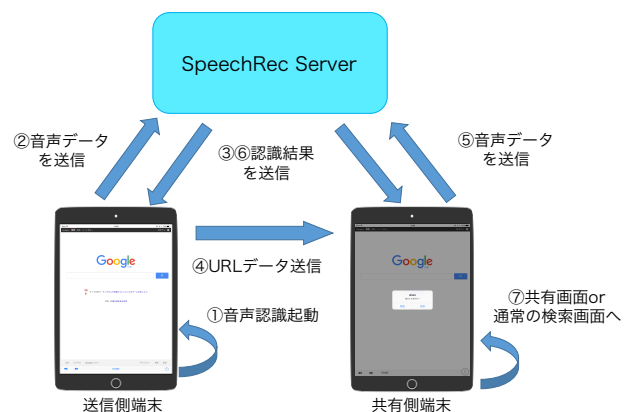


図 4 システム構成

識区間を決めることもできる。

3.2 実装

本インタフェースの実装では、音声認識機能として、エヌ・ティ・ティ アイティ社が提供する SpeechRec API を利用する。また、iPad 間の通信には Apple 社が提供している Multipeer Connectivity を利用する。

さらに、情報共有を行う際には、先に述べたように送信先ユーザ名を発話によって指定する。そのため、初期設定として、送信先ユーザ名を iPad の端末の名前として設定する。本インタフェースのシステム構成を図 4 に示す。また、システムの動作手順は以下の通りである。

- (1) 「共有」ボタンが押されると音声認識 API が起動し、発話の録音を開始。
- (2) API が発話の終了を検知し、録音した音声データを SpeechRec 音声認識サーバへ送信。
- (3) SpeechRec 音声認識サーバが音声データを解析し、その結果をテキスト形式で送信者側の端末へ送信。
- (4) テキストデータ内に相手の iPad の端末名が含まれていた場合、その iPad に検索画面で閲覧している Web ページの URL を送信。
- (5) URL を受信した iPad では、「受け取りますか?」というポップアップを表示。
- (6) ポップアップの「受信」ボタンが押されると、音声認識 API が起動し、発話の録音を開始。
- (7) 音声認識サーバから受信したテキストデータに「受信」あるいは「受け取る」が含まれていた場合、受信した URL の Web ページを表示。

4. 検証実験

本章では、発話を活用した情報共有インタフェースが協調検索におけるコミュニケーションに与える効果を検証するために実施する実験と評価について述べる。

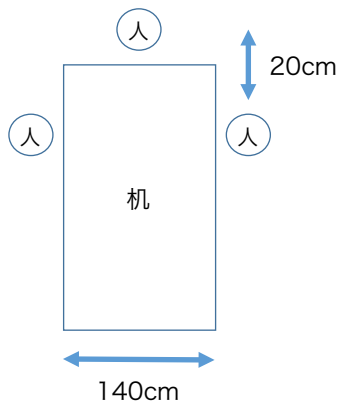


図 5 実験環境

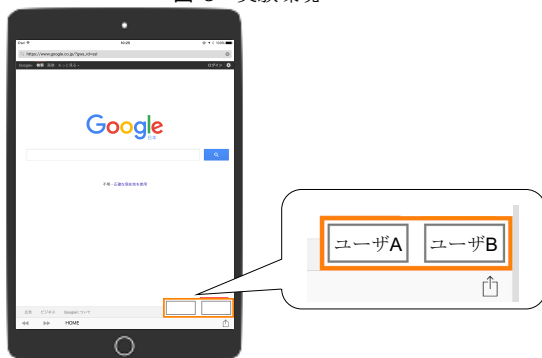


図 6 比較システムの検索画面

4.1 実験内容

本実験の目的は、発話を活用した情報共有インタフェースを協調検索に採用することにより、被験者間のコミュニケーションがどのように変容するかを検証することである。

本実験の被験者は、情報系学生 6 名であり、3 名一組で計 2 グループを形成し、それぞれのグループは図 5 に示すように着席した。各被験者は、それぞれ iPad を所持する。また、本実験では、発話を活用した情報共有インタフェースを持つ提案システムに加え、タップ操作を情報共有インタフェースとして採用した比較システムを用意する。比較システムの画面を図 6 に示す。実施する協調検索の内容は、福岡県と神奈川県への旅行計画を考えることである。旅行計画の内容としては、訪れる観光地や食事処などである。各グループは、実現可能な旅行計画を立案し、計画書にまとめて提出を行う。

次に、1 グループ目の実験手順を表 1 に示す。順序効果の影響を考慮し、2 グループ目では提案システムでの協調検索と比較システムでの協調検索を行う順番を入れ替える。実験中は、被験者のふるまいを観察するために、録画と録音を行う。また、各協調検索後に、表 2 に示す協調検索ごとの個別アンケートを行う。個別アンケートは 20 段階評価で回答を行う形式である。質問内容に誤解が生じないように、項目ごとに被験者に質問内容の説明を行う。また、実験の終了後に、記述式の全体アンケートを行う。

表 1 実験手順

時間	内容
5 分	実験説明
15 分	提案システムと比較システム練習
25 分	提案システムを用いた協調検索
10 分	個別アンケート (20 段階評価)
25 分	比較システムを用いた協調検索
10 分	個別アンケート (20 段階評価)
15 分	全体アンケート (記述式)

表 2 アンケート内容

	アンケート内容
Q.1.	情報共有はスムーズに行えましたか？
Q.2.	共有した情報について十分な会話は行えましたか？
Q.3.	Web ページを渡す際に途切れなく会話は行えましたか？
Q.4.	作業全体を通して途切れなく会話を行えましたか？
Q.5.	あなたはこの旅行計画にどの程度満足していますか？
Q.6.	Web ページを自然に受け渡すことが出来ましたか？

4.2 評価方法

本実験では、提案システムと比較システムを用意し、それぞれのシステムを用いた協調検索でコミュニケーションがどのように変容するかを検証する。被験者に行った個別アンケート結果を元に、提案システムと比較システムを用いた各協調検索についての評価を得る。評価は、以下のような観点で行う。

- (1) システムの操作性
- (2) 共有ページについての議論の質
- (3) 会話の途切れを感じるか
- (4) 満足度

操作性を評価する項目は Q.1. と Q.6. である。Q.1. はシステムの使いやすさについて問う項目である。Q.6. は発話という新たな操作を情報共有時に行うので、違和感を感じるかを問うための項目である。操作性が悪いと、協調検索における会話の妨げになると考えられるので、評価項目として設けている。

共有ページについての議論の質を評価する項目は Q.2. である。共有ページについて議論を行うことが、協調検索において最も重要な会話であると考えられるので、評価項目として設けている。

会話の途切れを感じるかを評価する項目は Q.3. と Q.4. である。Q.3. は情報共有を行うときに会話の途切れを感じるかを問う項目であり、Q.4. は協調検索全体を通して会話の途切れを感じるかを問う項目である。

満足度を評価する項目は Q.5. である。被験者が、より会話をを行うことができれば、その分自身の意見を多く旅行計画に反映させることができる。このことから、会話が多ければ、旅行計画に対する満足度が高くなると考えられるので、満足度を評価項目として設けている。

また、録画映像と録音音声からそれぞれのシステムを用いた協調検索のコミュニケーションの様子について観察す

る。コミュニケーションの変容を確認するために、録画映像と録音音声から共有ページ数を確認する。2人の受信者が、ある送信者から同じWebページを受けとった場合、共有ページ数は1とする。さらに、被験者の間で、共有ページについて会話があった回数を確認する。会話があった回数は、観察によって以下の手順を全て確認した回数とする。

- (1) 受信者が共有ページを確認
- (2) 受信者が共有ページ内の情報について送信者に話しかける
- (3) 送信者がそれに対して応答

4.3 結果と考察

4.3.1 アンケート結果と考察

個別アンケート結果を図7に示す。また、実験後の全体アンケートの記述内容を表3に記す。

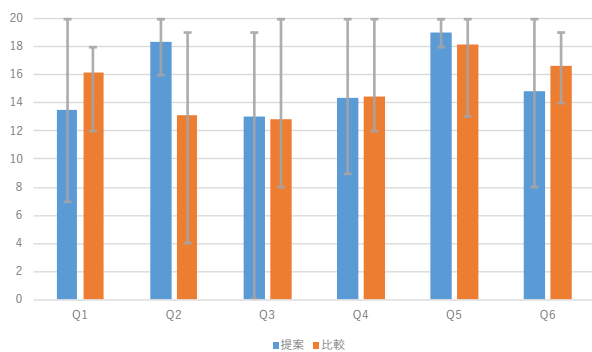


図7 個別アンケート結果 (20段階評価)

操作性

個別アンケートの結果を見ると、提案システムの方が操作性について低い評価であった。提案システムでは、タップ操作に発話という新たな操作を加えている。これにより、被験者は操作面において煩雑さを感じたと考えられる。また、被験者は発話を活用した情報共有を利用したことがないため、操作に不慣れであったことが原因であると考えられる。さらに、グループ2の実験を行なった時の環境があまり良くなかったことも原因として考えられる。グループ2の実験を行ったとき、インターネットの通信速度が通常よりも遅く、録音データを転送している提案システムの方が、情報共有に時間がかかった。これが、提案システムの方が評価値が低いことにつながったと考えられる。

共有ページについての議論の質

個別アンケートの結果を見ると、提案システムの方が高く評価されている。また、全体アンケートの結果より、「発話によって情報共有が行えたので、そのまま共有ページの会話に移れた」という趣旨の意見が多かった。このことから、提案システムでの発話は、共有相手ではなく、端末に向かって行われるものではあるが、被験者は、相手との会

話が継続していると感じるということが考えられる。

会話の途切れを感じるか

個別アンケートの結果を見ると、提案システムと比較システムで差はほとんど見られなかった。全体アンケート結果を見ると、「発話によって情報共有を行っているのに、相手との会話の途切れを感じない」という意見があった。一方で、「音声認識機能に配慮し、他者が情報共有の操作を行っている最中は会話ができなかったため、途切れを感じた」という意見もあった。提案システムでは、個人の声を識別することができなかったため、被験者は他の2人が情報共有操作を行っている際に、発話をためらったと考えられる。従って、個人ごとの声を識別できる音声認識機能を用いれば、被験者が音声認識機能に配慮する必要がなくなり、さらに会話の途切れを感じさせなくなると考えられる。

満足度

個別アンケートの結果を見ると、提案システムと比較システムにほとんど差は見られなかった。グループ1とグループ2の両方で、1回目の旅行計画は完成せず、2回目の旅行計画は完成した。これは、順序効果により、作業への慣れがあったと考えられる。また、被験者の協調検索への満足度は、成果物に自分の意見が反映されているかよりも成果物が完成したかどうかの影響を受けることが考えられる。従って、2回目に行なった協調検索の方が満足度が高く評価されることにつながった。成果物に自分の意見が反映されているかどうかで協調検索への満足度を評価するには、時間設定を設けず、成果物が完成するまで作業を行うようにすることが考えられる。

4.3.2 録画映像と録音音声の観察結果と考察

グループ1とグループ2について、共有ページ数と共有ページについて会話があった回数を、それぞれ表4と表5に示す。

これらの結果から、提案システムは共有した全てのページに対して会話がされていたことがわかる。一方で、比較システムでは、共有したページに対して会話が行われなかった場合があることがわかる。全体アンケートの「送信のために発声するため、話が移行しやすかった」という趣旨の結果と照らし合わせて考察すると、提案システムによって会話の途切れが解消され、その結果、共有ページに対して会話が行われるようになったと言える。

また、録画映像を観察した結果、情報共有が行われる場面として、2つの状況があった。1つ目は、個人で調べた情報を、最初にある程度会話で説明して、視覚的に相手にWebページを見せた方が良い場合に相手に情報共有をする状況である。2つ目は、最初に大まかな検索目的を決めて、その目的に合ったページを発見した場合に、相手にそのページを提示し、その後、3人でWebページを見ながら会話を進めていく時に情報共有をする状況である。

提案システムと比較システムは、AirDropの情報共有操

表 3 全体アンケートの回答 (重複した内容の回答は省く)

質問	提案システム	比較システム
Q.1.	<ul style="list-style-type: none"> ● 送信と受信時に発声するためスムーズさはあまりなかった。 	<ul style="list-style-type: none"> ● ボタンを押すだけで即時的に送信が行えた。
Q.2.	<ul style="list-style-type: none"> ● 送信のために発声するため話が移行しやすかった。 ● 自分に送信されることがわかったので注目しやすかった。 ● 地図について共有したので視覚的なものは言葉より送信して画像を見せられた方が理解しやすかった。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 送信操作が会話に干渉しなかったため。 ● 手軽なゆえに不必要なページを送ってしまった。 ● 安易に情報がシステム上送受信しやすかったので情報を見落としがちだったので全てに対しての会話は行き届かなかった。
Q.3.	<ul style="list-style-type: none"> ● 発話することで送信または受信できたら。 ● 発話による送信を行う間は認識に影響がないように喋らなかつた 	<ul style="list-style-type: none"> ● 何も言わずに送信できてしまうため受信した人がびっくりして会話が止まった。 ● ボタン操作が手軽なので途切れなく行うことができた ● 送信してから受信するまでの間、途切れを感じた。
Q.4.		<ul style="list-style-type: none"> ● それぞれ別のことを調べている時に沈黙の時間が流れた。
Q.5.	<ul style="list-style-type: none"> ● プランが充実していると感じたから。 ● 時間内に計画ができなかったため。 ● 時間内に計画ができたため。 ● 2回目だったのでやりやすかった。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 自分の関与がないところで決まった目的地もあったから。 ● 時間内に計画ができたため。 ● 時間内に計画ができなかったため。 ● 2回目だったのでやりやすかった。
Q.6.	<ul style="list-style-type: none"> ● 自然さで見ると比較システムに劣る。 ● 情報共有をしますという宣言が必要なシステムだったので、誰が送るのか誰が受け取るのかははっきりして使いやすかった。 ● 送受信の際に発話をするのは慣れていなかったため。 	<ul style="list-style-type: none"> ● こちらのほうが自然と感じたから。 ● タップ操作のみで自然な流れで作業できたので。 ● 普段からボタンで送受信をしているため自然だと感じた。

作を参考に作成したため、個別送信で情報を送信するようになっている。しかし、上記の2つ目の状況に関しては、個別送信だけでなく、全体送信もできた方が、両システムにおいて操作性についてより高い評価値を得られたのではないかと考えられる。

表 4 グループ 1

	共有ページ数	共有ページについて会話があった回数
提案システム	7	7
比較システム	6	2

表 5 グループ 2

	共有ページ数	共有ページについて会話があった回数
提案システム	7	7
比較システム	9	5

4.4 検証のまとめ

対面での協調検索において発話を活用した情報共有インタフェースが与える良い効果として、共有ページについて十分な会話が行えることが挙げられる。記述式アンケート結果から、発話を活用した情報共有インタフェースを活用することにより、本研究で定義する「会話の途切れ」をなくし、そのまま共有ページについての会話に移行できたことがわかる。また、共有したページ数に対して、共有ページについて会話した回数が比較システムよりも多いことから、共有ページに対して十分な会話が行えたと考えられる。

一方で、操作性の面に関して、よくない効果を与えていることが挙げられる。発話を活用した情報共有インタフェースは、タップ操作と発話という2つのタスクを必要とするため、ボタン操作に慣れている人にとっては、比較インタフェースと比べて煩雑な操作となってしまうことが考えられる。しかし、発話は人間が自然に行う行為であると考えられるので、ある程度一般化されれば、発話を活用した情報共有操作についても慣れてくると考えられ、操作性についての意識は改善されると考えられる。

5. おわりに

本研究では、発話を活用した情報共有インタフェースを構築し、対面での協調検索に与える効果を検証した。既存の情報共有インタフェースを用いた場合、協調検索時には共有操作に伴う会話の途切れが発生するというに着目し、音声認識機能を情報共有操作に活用することで、会話の途切れが発生しない情報共有を可能とした。実験の結果、提案インタフェースを採用した協調検索では、共有したページに対して十分な議論が行われていることがわかった。一方で、既存の情報共有インタフェースよりも操作性が悪くなることも明らかになった。

今後は、協調検索時に起きるユーザ間の会話の妨げに

なっている要因をさらに詳しく調査する。また、情報共有について、より詳しく調査を行い、ユーザ間の会話を支援するのに適した情報共有を実現する。

参考文献

- [1] Morris, M. R., Lombardo, J. and Wigdor, D.: WeSearch: Supporting Collaborative Search and Sensemaking on a Tabletop Display, in Proceedings of the 2010 ACM conference on Computer Supported Cooperative Work, pp. 401-410(2010).
- [2] 岡田謙一: 協調作業におけるコミュニケーション支援, 電子情報通信学会誌 89.3(2006).
- [3] 甲斐充彦, 中野崇広, 中川聖一: 音声認識サーバ-SPOJUS-を利用した WWW ブラウザの音声操作システム, 情報処理学会研究報告. 音声言語情報処理 (SLP), Vol.1998, No. 12, pp.81-86(1998).
- [4] 中村哲: 音声翻訳システムの研究開発, 電子情報通信学会技術研究報告, SP, 音声 (2009).
- [5] 今本恕, 伊藤直人, 高田秀志: タブレット端末間での手渡し動作による情報共有方法の協調作業への効果の検証, 情報処理学会研究報告, グループウェアとネットワークサービス (GN), Vol. 2015, No. 9 pp.1-8(2015).