Vol.2018-GN-103 No.44
Vol.2018-CDS-21 No.44
Vol.2018-DCC-18 No.44
2018/1/27

対面協調Web検索における情報共有タイミング制御

是常 雄大[1,a)]　高田 秀志[2,b)]

概要：複数人がスマートフォンなどの電子端末を持ち寄り，ある共通の目的を達成するために協調して検索を行う「協調 Web 検索」という作業がある．協調 Web 検索では，作業者間で検索した Web ページの共有が頻繁に行われるため，共有が行われた際の通知回数が増加する．また，通知回数が増加することで，作業者に対する認知的負荷が増加することや生産性に悪影響をもたらすことが明らかにされている．そこで，本研究では，協調 Web 検索中に発生する作業の区切れ目 (ブレイクポイント) に着目し，情報共有のタイミングを制御することで，作業者に与える認知的負荷を低下させる．協調 Web 検索中に発生するブレイクポイントの調査を行った結果，通知に適する複数の特徴を得た．本稿では，調査実験の結果に基づいて，対面協調 Web 検索に適した通知管理システムを提案する．

Controlling the Timing of Co-Located Collaborative Web Search

Takehiro Koretsune[1,a)]　Hideyuki Takada[2,b)]

Abstract: ”Collaborative Web Search” is one of the ways to use the Web with smart phones. In a collaborative web search task, people bring their smart phones to the same place and search together to achieve a common purpose. The number of notification by sharing the information increases because of frequent sharing of the web pages searched by the group. It has been clarified that the increasing number of notification increases the cognitive load and gives a bad influence to productivity. In this research, we focus on timings of breakpoints occurring in a collaborative web search task, and controlling the timing of information sharing to reduce the user’s cognitive load. As a result of investigating break points occurring during collaborative Web search, we obtained several features suitable for notification. In this paper, we propose a notification management system suitable for the co-located collaborative web search based on survey experiment results.

1. はじめに

日本におけるスマートフォンの普及率は 72.0 %，携帯電話に至っては 95.8 %であり [1]，一人一台の携帯電話を持つようになっている．それに加え，世代別インターネットの利用動向では，50 代以下の世代でスマートフォンでのインターネットの利用の伸びが顕著であり，40 代では初めてパソコンの利用を上回った．また，インターネットを利用する目的として，Web 上の情報を検索，収集することが挙げられているため，スマートフォンは Web を利用する主なデバイスに移り変わってきている．

スマートフォンで Web を利用する方法の一つに，複数人で，ある共通の目的を達成するために，Web 上の情報を検索し，共有を行う「協調 Web 検索」という作業がある [2]．本研究では，同一の場所でスマートフォンを持ち寄り，各作業者が協調して Web 検索を行う作業を対象とする．このような，Co-Location 型の協調 Web 検索での情報共有手段として，Apple 社が提供している AirDrop*1 やコミュニケーションアプリの一つである LINE*2 などが挙げられる．このような情報共有ツールを利用した場合，情報が共有された際の通知方法は，ポップアップやバナーなどの通知様式で即時に通知されるのが一般的な方法である．

協調 Web 検索作業では，短時間に多くの情報を共有するため，作業者は通知による割り込みを多く受けることが考

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, Shiga 525-8577, Japan
2 立命館大学情報理工学部
College of Information Science and Engineering, Ritsumeikan University, Kusatsu, Shiga 525-8577, Japan
a) t_koretsune@cm.is.ritsumei.ac.jp
b) htakada@cs.ritsumei.ac.jp

ⓒ 2018 Information Processing Society of Japan

えられる．また，適切でないタイミングで通知による割り込みを受けた作業者は，認知的負荷が増加することや生産性に悪影響をもたらすことが明らかにされている [3]．このような不適切なタイミングでの通知による悪影響を緩和する通知手法として，通知の鎮静 / 緩和，スケジューリングの 2 種類に大きく分類される．通知の鎮静 / 緩和では，バイブレーションや光を用いて通知を行う方法や刺激の強弱を用いた通知手法 [4] が知られている．通知のスケジューリングでは，忙しさの判別による通知手法 [5] や作業の区切れ目 (ブレイクポイント) を用いた通知手法 [3][6] がある．

本研究では，協調 Web 検索中に発生する作業の区切れ目 (ブレイクポイント) に着目し，情報共有による通知のタイミングを制御することで，作業者に与える認知的負荷を低下させることを考える．そのためにまず，協調 Web 検索作業で発生している通知を受け取ることが可能なブレイクポイントを調査する．その上で，対面協調 Web 検索に適した通知管理システムを提案する．

2. 協調 Web 検索におけるブレイクポイント

本節では，協調 Web 検索におけるブレイクポイントとはどのようなものかについて述べる．また，ブレイクポイントが発生したタイミングに基づいて通知のスケジューリングを行っている文献を紹介し，本研究との差異を述べる．

2.1 ブレイクポイント

ブレイクポイントとは，心理学分野における概念の一つである [7]．人間の連続行動は複数の行動単位の時系列な集合である．図 1 に示すように，行動単位と行動単位の間に区切れ目が存在しており，この区切れ目のことをブレイクポイントと呼ぶ．協調 Web 検索の場合，具体的には，「検索作業」という行動から「議論」という行動へ移り変わる時，「検索作業」と「議論」という行動の間にはブレイクポイントが発生していると考えられる．

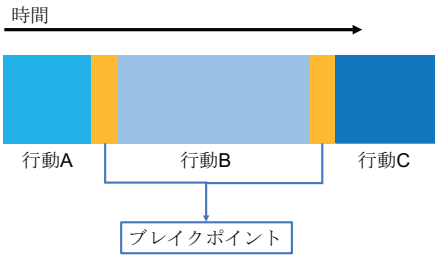

図 1 ブレイクポイントの概念

2.2 協調 Web 検索における通知モデル

協調 Web 検索を行っている作業者には，様々な行動の間にブレイクポイントが存在するが，全てのブレイクポイントが通知する箇所として適しているわけではない．作業者には，情報共有の通知を受け取ってもよい状態（許可状態）と，通知を受け取りたくない状態（拒否状態）があると考えられ，拒否状態のときに発生するブレイクポイントで通知を行うことは良い通知タイミングとは言えないためである．また，この二つの状態間の変化には，ブレイクポイントが存在すると考えられる．そのため，協調 Web 検索中に発生する全てのブレイクポイントのうち，状態変化を表すブレイクポイントを調査する必要がある．そこで，図 2 のような協調 Web 検索における通知モデルを提案する．このモデルでは，作業者の状態変化をブレイクポイントによって検知し，許可状態であれば情報共有の通知を行う．

このようなシステムを実現することで，情報共有が適切なタイミングで行われることになり，作業者の認知的負荷が低減できると考えられる．

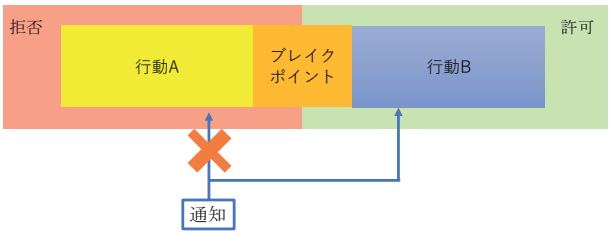

図 2 協調 Web 検索における通知モデル

2.3 関連文献

Yahoo!Japan アプリ内で，ユーザのブレイクポイントに基づいて通知を行った研究 [8] では，モバイルセンシングと機械学習に基づき通知の割り込み処理を行っている．この研究では，ブレイクポイントに基づいた通知システムを Yahoo!Japan のアプリに導入し，68 万人以上のユーザに利用してもらい効果の検証を行った．ユーザにとって適切なタイミングで通知することで，既存の通知手法に比べユーザ応答時間が 49.7 %向上することが示された．また，通知手法の変更によりユーザはアプリを継続的に使用するようになったことが示されている．

この研究では，異種タスクに対する通知タイミングの最適化や通知によって人の行動を阻害しないことを目的としている．これに対して，本研究では，協調 Web 検索という同種のタスクで発生する通知のタイミングを最適化することを考える．

また，グループで行動している人の通知タイミングを最適化する研究 [9] では，「Scan」という社会的コンテキストアウェア通知管理システムを構築している．この研究では，事前にグループで行動している人に対して，どのようなタイミングで通知することが適切であるかについて，調査実験を行っている．調査実験では，オンラインビデオを

*1 AirDrop https://support.apple.com/ja-jp/HT204144
*2 LINE https://line.me/ja/

ⓒ 2018 Information Processing Society of Japan

73 名に閲覧してもらい，通知を受信しても良い箇所について調査した．「Scan」は，調査実験で得られた通知タイミングを 92 %の精度で検知し，F 値が 87 %であった．

一方で，この研究では，グループ外からの通知タイミングを最適化することを目的としている．本研究では，グループ内で発生する通知タイミングを最適化することを考える．

3. 調査実験

本節では，対面協調 Web 検索において発生するブレイクポイントの調査を行った実験について述べる．

3.1 調査実験 1

協調 Web 検索におけるブレイクポイントの発生タイミングについて調査を行うために，実験を行う．

3.1.1 調査方法

協調 Web 検索におけるブレイクポイントの発生タイミングを調査する方法について述べる．ブレイクポイントの発生タイミングを調査するために，以下のデータを取得する．

- 通知の可否
  主観的ブレイクポイント検知ボタンにより，協調 Web 検索時において，他者からの情報の受け取り許可，または拒否といった状態を取得する．取得するデータは，通知許可・拒否の状態である．ただし，拒否の状態であっても他者からの通知は受け取ることになっている．
- 作業画面の録画映像
  作業者が操作しているスマートフォンの画面を録画した映像より，作業者の行動単位を観察する．

これらのデータを取得するために，スマートフォンとして Apple 社の iPhone を利用し，協調 Web 検索におけるブレイクポイントを調査するためのシステムを構築した．各被験者は iPhone をそれぞれ所持していることとする．図 3 に各ユーザが実際に使用した Web 検索画面を示す．画面右下には，被験者が主観的に情報の受け入れ状態の表明を行う「主観的ブレイクポイント検知ボタン」が備えられている．主観的ブレイクポイント検知ボタンをタップすることで，被験者は現在の受け入れ状態を表明することが可能である．

本システムには，共有したい Web ページを個別に送信することが可能な「個別送信機能」が備えられている．図 4 に示すように，画面下部にあるボタンをタップすることで，他者の名前が表示されたボタンが現れ，送信先をタップすることで対象の端末に Web ページを送信することが可能である．

本システムでは，iOS 上のソフトウェアにおいて P2P 通信を実現するために提供されている Multipeer Connectivity[*2] フレームワークを利用する．個別送信を実現するために，iPhone 間では，接続されている端末の中から送信先を指定し，URL を送信する．主観的ブレイクポイント検知ボタンがタップされた場合，その時刻と状態をログとして出力する．

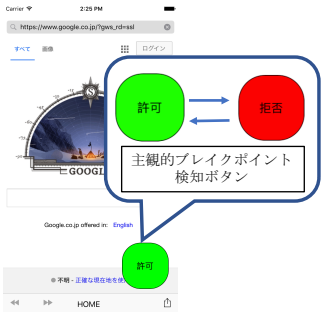

図 3 調査システム画面

図 4 個別送信機能

3.1.2 実験内容

本実験の被験者は，情報系学生 6 名であり，3 人一組の 2 グループを構成した．被験者の配置を図 5 に示す．各被験者は，スマートフォンを使用して協調 Web 検索作業を行う．実施した作業の内容は，被験者 3 人で東京へ旅行に行くための計画の立案である．各グループは，実行可能な旅行計画を立案し，観光地名や食事処，移動経路などを計画書にまとめて提出する．

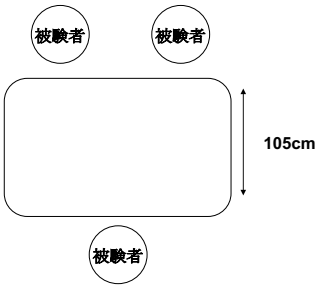

図 5 被験者の座席位置

実験の手順を表 1 に示す．本実験では，実験説明に加え，ブレイクポイントの説明と主観的ブレイクポイント検知ボタン機能の説明を行う．実験中は，各作業者が使用した 3 台のスマートフォンの画面をそれぞれ動画として記録する．

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

表 1 実験手順

時間	内容
5 分	実験説明
3 分	ブレイクポイント説明
2 分	主観的ブレイクポイント検知ボタン機能の説明
5 分	調査システム説明
20 分	調査システムを利用する協調 Web 検索

3.1.3 結果

本節では，調査実験で得た結果について述べる．今回，機材不良のため 1 名のログデータを取得することができなかったため，残り 5 名の結果をまとめて記す．

主観的ブレイクポイント

被験者一人の状態遷移を図 6 に示す．図に示すように，作業開始時は情報の受け入れを拒否している時間が長くなる傾向にあった．一方で，作業の中盤以降では，許可時間が長くなる傾向にあった．作業終了前では，許可と拒否が頻繁に入れ替わっていることがわかる．

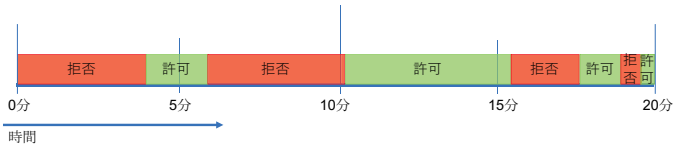

図 6 被験者の状態遷移

また，主観的ブレイクポイント検知ボタンがタップされた前後の作業画面の録画映像を観察した結果を図 7 に示す．ボタンがタップされた際の前後において，画面状態がそれぞれ異なっている．

許可	遷移方向	拒否
Webページ閲覧	→	次の検索クエリ入力
情報探索	←	検索結果閲覧
議論	←	情報探索
共有ページ閲覧	→	個人の検索作業
目的地までの金額・経路探索終了	←	目的地までの金額・経路探索開始

図 7 主観的ブレイクポイント結果

3.1.4 考察

本節では，スマートフォンの作業画面の録画映像と主観的ブレイクポイント検知ボタンが押されたタイミングの前後の行動を比較して考察する．

状態遷移

図 6 に示されているように，作業開始から 10 分頃にかけて情報の受け入れを拒否している時間が長い．作業画面の録画映像で確認してみると，被験者は「観光先の検索」や，「食事処の検索」といった行動をしていることが観察された．上記のことから，自身の検索作業を邪魔されたくないため，拒否の時間が長くなったと考えられる．

一方で，10 分頃から 15 分頃にかけては情報の受け入れを許可にしている時間が長い．録画映像からは，Web ページの共有が行われ，共有された情報を閲覧していることが確認された．このことから，他者が収集した情報を欲していたため，許可の時間が長くなったと考えられる．

15 分頃から 20 分までは，情報の受け入れ状態が頻繁に変化している．録画映像から，候補地の場所を地図上で確認したり，共有されたページを確認した後に新たに検索したりする行動が見られた．上記のことから，グループでの合意形成を行うために情報を共有して議論を行い，足りない情報があれば再び検索作業に移行しているため，このような状態の遷移が現れていると考えられる．

主観的ブレイクポイントの検知

主観的ブレイクポイント検知ボタンがタップされた前後の挙動について，録画映像を観察した結果，各被験者は画面状態が切り換わる時にボタンをタップしていることがわかった．そのため，主観的ブレイクポイント検知ボタンがタップされたタイミングでは，ブレイクポイントが発生していると考えることができる．しかし，実験終了後に被験者から，「検知ボタンの押し忘れがあった」との意見があったため，すべてのブレイクポイントを検知できているわけではない．

3.2 調査実験 2

調査実験 1 では，被験者が作業中にボタンを押す形でブレイクポイントの調査を行ったが，実験終了後のヒアリングよりボタンの押し忘れがあるという被験者いた．そのため，関連文献 [9] でも行われていた，第三者による客観的なブレイクポイントの調査を実施する．

3.2.1 調査方法

本実験では，第三者があらかじめ用意された動画を閲覧し，動画内の作業者がいつ通知を受け取るのが良いかについて調査した．あらかじめ対面協調 Web 検索を実施し，第三者が閲覧する動画の作成を行った．この対面協調 Web 検索では，3 名で行く京都駅周辺の飲食店を決めるというテーマで作業を実施した．取得するデータとして，作業画面および作業風景の録画を行った．

取得したデータから，観察者が閲覧する動画を作成した．観察者が閲覧する動画の一部を図 8 に示す．動画には，作業画面の録画映像と作業風景全体，開始時からの経過時間が載っている．観察者は本動画を閲覧し，通知を受け取っても良い箇所を発見する．発見した箇所については，別紙に時間と理由の 2 項目について記入する．また，観察者には，許可状態が点であると判断した場合には，時刻を記載し，期間であると判断した場合には，時間を記載する旨を

ⓒ 2018 Information Processing Society of Japan

伝えてから閲覧を開始した．

図 8 観察者用閲覧動画

3.2.2 結果

実験結果として得られたデータのうち，複数人から回答があった客観的ブレイクポイントを以下に記す．

- ページの閲覧から戻ったとき
- 素早い上向きスクロールが生じたとき
- 以前と同じ検索ワードを入力したとき
- ページ遷移が頻繁に生じたとき

客観的ブレイクポイントの調査より，通知の許可状態は上記の様な行動を開始とし，ブレイクポイントとして遷移することがわかった．また，その状態には継続性があり，許可状態の期間であれば通知を受け取ることに問題は無いという知見が得られた．

4. 対面協調 Web 検索通知管理システムの提案

上記の知見に基づき，対面協調 Web 検索通知管理システムを提案する．

4.1 システム概要

本システムは，Web の基本的な機能として，Web ページの「進む」「戻る」ボタンの実装，Web ページを複数同時に開くことが可能なタブブラウザ機能，送信相手を指定して Web ページが送信可能な個別送信機能を搭載している．また，本システムでは，共有方法として即時共有機能とアウェアネス共有機能の 2 種類を用意した上で，それぞれについて別々の通知制御方法を導入する．

4.2 即時共有機能

即時共有受信時の通知様式を図 9 に示す．即時共有で使用する通知様式として，ポップアップ通知を採用する．ポップアップ通知は，重要度の高い通知で用いられることが多く，必ず目に止まるという特徴がある．受信者は，即時共有で受信したコンテンツを受け入れるか，辞退するかの判断をしなければならない．

即時共有機能は，送信者が受信者と送信コンテンツについてすぐに会話を行ったり，レスポンスを求める際に利用される．この送信方法を選択した場合，受信者側の端末では，直近の UI イベントが発生した場合，あるいは，UI イベントが発生せずに一定時間経過した場合に通知が行われる．

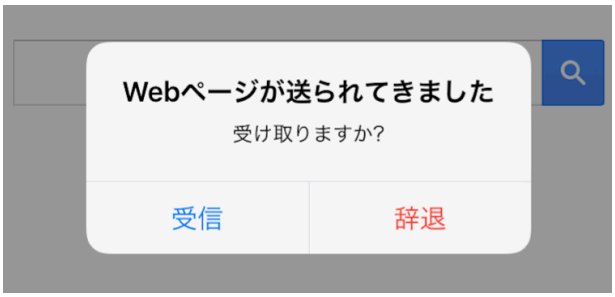

図 9 即時共有受信時の通知様式

4.3 アウェアネス共有機能

アウェアネス共有受信時の通知様式を図 10 に示す．アウェアネス共有で使用する通知様式として，バナー通知のような様式を採用する．このバナー通知は，画面下部から飛び出してくる様な形で通知が行われる．受信者は，通知によって他者からのデータ受信を確認することができるが，操作による応答制約はない．

アウェアネス共有機能では，受信したコンテンツは，アウェアネス共有専用の受信箱にデータが格納される．この送信方法を選択した場合，後で他者と共有して会話やレスポンスを求める場合や，自身が後で比較する場合に利用される．通知タイミングとしては，図 7，および 3.2.2 節の結果に基づいたブレイクポイントを検知次第，通知を行い閲覧を促す．

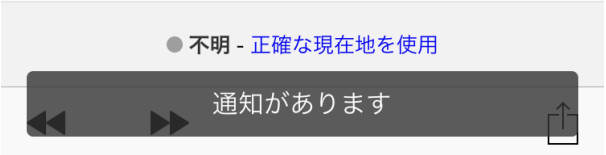

図 10 アウェアネス共有受信時の通知様式

4.4 実装

本研究では，実装を行う端末として，Apple 社の iPhone を利用する．情報共有の際には，調査実験と同様に Multi-peer Connectivity を用いて通信を行う．また，タブブラウザの実装については，Apple 社が提供するサンプルコード User Interface 3D Transforms[*3] を利用し実装を行った．

即時共有機能で送信されたコンテンツを受け取った端末は，受信時を開始としたタイマーが作動する．その際，受信者端末において，UI イベントを取得しており，何らかの UI イベントが完了した時に通知を行う．UI イベントを取

*3 Guides and Sample Code `https://developer.apple.com/library/content/navigation/`

得できない場合，タイマーは (最大)10 秒までカウントを行った後，通知を行う．

アウェアネス共有機能で送信されたコンテンツについては，図 7，および 3.2.2 節の結果に基づいたタイミング (ブレイクポイント) の特徴的な画面遷移や操作が発生するまで，他者からのコンテンツをスタックした上で，通知を行う．

次に，検知方法の一部について記載する．Web ページの遷移状態については，ページ遷移の方向，URL，検索クエリを基に，どの様なページを行き来しているかを監視する．UI イベントについては，スクロールの速さを検知するために，スクロール量を Queue に格納し，閾値を超えたら素早いスクロールと判断する．これらの，情報を基に，通知許可の状態を判別し通知を行う．

5. おわりに

本研究では，協調 Web 検索における情報共有による通知のタイミング制御のために，ブレイクポイントがどのように発生しているのかを調査し，通知制御システムについて提案した．調査実験の結果，主観的ブレイクポイントの観点から，協調 Web 検索では，通知を許可する状態と拒否する状態が入れ換わり，その間にブレイクポイントが存在していることが確認された．客観的ブレイクポイントの観点から，作業者は特定の画面遷移や UI の挙動から，通知許可状態へ変化するブレイクポイントを発見することが可能であることが明らかとなった．

今後は，提案するシステムを用いてユーザ評価を実施する．従来の通知方法による作業の場合と比較し，認知的負荷や共有回数の増加などの観点からの評価，考察を行っていく．

参考文献

[1] 総務省：情報通信統計データベース，`http://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/statistics/statistics05a.html` (2015).

[2] Morris, M. R.: A survey of collaborative web search practices, *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, pp. 1657–1660 (2008).

[3] Adamczyk, P. D. and Bailey, B. P.: If not now, when?: the effects of interruption at different moments within task execution, *Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems*, ACM, pp. 271–278 (2004).

[4] 金子雅司，岩田　満：刺激の強弱に基づいたブレークポイントの作りやすい通知手法の検討，第 79 回全国大会講演論文集， Vol. 2016, No. 4, pp. 275–276 (2017).

[5] 赤池勇磨，　荒川豊，諏訪博彦，安本慶一ほか：参加型センシングの効率化に向けたタスクレベルに対する応答時間の調査，研究報告マルチメディア通信と分散処理 (DPS), Vol. 2015, No. 9, pp. 1–8 (2015).

[6] Okoshi, T., Ramos, J., Nozaki, H., Nakazawa, J., Dey, A. K. and Tokuda, H.: Attelia: Reducing user's cognitive load due to interruptive notifications on smart phones, *Pervasive Computing and Communications (PerCom), 2015 IEEE International Conference on*, IEEE, pp. 96–104 (2015).

[7] 坂元章：連続行動の分割と表象，実験社会心理学研究，Vol. 30, No. 1, pp. 71–80 (1990).

[8] Okoshi, T., Tsubouchi, K., Taji, M., Ichikawa, T. and Tokuda, H.: Attention and engagement-awareness in the wild: A large-scale study with adaptive notifications, *Pervasive Computing and Communications (PerCom), 2017 IEEE International Conference on*, IEEE, pp. 100–110 (2017).

[9] Park, C., Lim, J., Kim, J., Lee, S.-J. and Lee, D.: Don't Bother Me. I'm Socializing!: A Breakpoint-Based Smartphone Notification System, *Proceedings of the 2017 ACM Conference on Computer Supported Cooperative Work and Social Computing*, ACM, pp. 541–554 (2017).