

令和元年6月14日現在

機関番号：13903

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2016～2018

課題番号：16K00420

研究課題名(和文) Web上でのリアルタイムな協調作業における認知メカニズムを考慮した同期手法

研究課題名(英文) Developing a Web Synchronization Method Considering Cognitive Mechanisms on Real-time Collaborative Editing

研究代表者

大園 忠親 (Ozono, Tadachika)

名古屋工業大学・工学(系)研究科(研究院)・准教授

研究者番号：90324475

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,500,000円

研究成果の概要(和文)：多数のオブジェクトがほぼ同時に更新されるようなWebアプリケーションにおけるリアルタイムな協調作業の実現を目的として、同期時の認知メカニズムを考慮した同期アルゴリズムを開発した。本研究成果は、具体的には次の3点である。1つ目は、リアルタイムな協調作業における認知メカニズムに関連して、画面内におけるユーザの注視点を見積もるための手法を実現した点である。2つ目は、リアルタイムな協調作業支援のためのバッチ編集に対応した効率的なWeb同期アルゴリズムを実現した点である。3つ目は、応用システムとして、共創支援システム、プログラミング演習支援システム、反転講義支援システム等を開発した点である。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究成果の学術的意義は、Web協調作業におけるオブジェクトの同期に対するユーザの認識過程を明らかにすることで、同期時における認知負荷の低いオブジェクトの表現を可能にし、ユーザの同期オブジェクトの更新に関する認識を効果的に支援するためのWeb同期アルゴリズムの実現にある。認知メカニズムを考慮しつつ協調作業における高いリアルタイム性を実現することは、技術的優位性がある。また、社会的意義は、リアルタイムなWeb協調作業における作業効率の改善に貢献する点である。応用分野として、共創支援システム、ウィンドウ配信型演習支援システム、反転講義支援システム、ARを用いたプレゼン支援システム等が挙げられる。

研究成果の概要(英文)：We proposed a novel Web synchronization algorithm considering cognitive bias on real-time collaborative Web editing systems. Previous synchronization algorithms slow down on the case of updating many objects at the same time. To address this problem, we approached the following three points. First, we created an estimation method to evaluate the significance of each part of a screen. This method can prioritize significant objects, and it may reduce the number of object synchronization. Also, users may feel the synchronization faster because our mechanism can synchronize significant objects before insignificant ones. Next, we realized a batch-synchronization mechanism to speed up real-time web synchronization for occurring many object updates. Last, we developed applications by using our proposed method, for example, a co-creation support system, a programming exercise support system based on WebRTC, and a flipped-classroom support system.

研究分野：ウェブインテリジェンス

キーワード：ウェブ同期アルゴリズム ウェブリアルタイム同期 リアルタイム協調編集 共創支援システム

1. 研究開始当初の背景

Webを用いた協調作業（Web協調作業）をリアルタイムにすることは、多様な協調を可能にし、イノベーションを活性化するための喫緊の課題である。

リアルタイムなWeb協調作業のための代表的な要素技術として、Operational Transformation (OT) [文献1]およびDifferential Synchronization (DS) [文献2]、および本申請課題の先行研究で開発したStable Layered Canvas Mechanism (SL) [文献3]がある。これらの手法では、Web上での差分更新時の整合性維持およびリアルタイム性の向上に関する研究が行われている。

一方、Web協調作業を効果的に支援するためには、同期における整合性維持およびリアルタイム性の向上のみでは不十分である。ここでは、オブジェクトの同期の課程をユーザが知覚するメカニズムを、同期認知メカニズムと呼ぶ。同期認知メカニズムを考慮した同期アルゴリズムの研究は不十分である。申請者は本課題の先行研究として、発表中のプレゼンテーション資料上において、発表者および聴衆間のリアルタイムなインタラクションを可能にするための新たなプレゼンテーション支援システムを試作した[文献4]。発表中における聴衆からのフィードバックは、聴衆の理解を支援する可能性がある反面、発表の妨げになる可能性がある。例えば図1上側の様に、端末A上でオブジェクトp,q,rを順番に移動したとき、通信遅延等により端末B上で同時かつ瞬時にp,q,rが移動したとする。この時、端末Bのユーザは、編集意図を把握できずWeb協調作業（ここではプレゼン支援）に支障を与える可能性がある。通信遅延下で多数のオブジェクトの更新を忠実に再現するとリアルタイム性を損なう。同期元の単なる忠実な再現ではなく、図1下側の様に、同期認知メカニズムを理解し、編集意図すらも考慮した新たな同期アルゴリズムが必要であると着想した。

本申請課題では、同期認知メカニズムを考慮したWeb協調作業のための同期手法を新たに見出すことを目的とする。ここで、Web協調作業において参加するユーザのスキルやクライアントの種類等が異なること（非対称性）も考慮する必要がある。CSCW等の研究において他者の状況への気づきであるアウェアネスに関して多くの研究があるが、Web協調作業における非対称性および通信遅延を考慮した同期に対するアウェアネスに関する研究は不十分である。課題達成のためには、同期認知メカニズムを理解し、認知負荷の低い同期方法を実現するという困難な問題に取り組む必要がある。すなわち、同期認知メカニズムの理解、多数のオブジェクトの同期時におけるリアルタイムな分析手法の確立、非対称性や通信遅延を考慮した同期時の視覚効果の確立、および得られた要素技術に基づく新たな同期アルゴリズムの開発が必要である。

2. 研究の目的

本研究の目的は、以下の3つの項目を明らかにすることである。研究項目1は、本研究のコアの部分であり、研究項目1の成果を用いて研究項目2を推進する。逆に研究項目2から研究項目1に関連して新たな手法を得る可能性もある。研究項目3は、本研究成果の有用性の実証実験として意味がある。

(1)【研究項目1】リアルタイムな同期に基づくWeb協調作業における同期認知メカニズムの分析
リアルタイムな同期に基づくWeb協調作業においてユーザにとって認知負荷の低い同期アルゴリズムに必要な要素技術を明らかにするために、同期に伴うコンテンツの変化が他のユーザに認識されるとき認知メカニズムを分析する。試作済みの3種類のWeb協調作業システムを利用し、特に非対称な環境における同期時のユーザの挙動を分析する。キーボードおよびマウス等の入力装置からのデータ収集に加えて、非接触視線入力装置およびモーションセンサを用いたデータ収集を行う。得られた知見に基づき同期に伴うコンテンツの変化を知覚する場合の認知モデルを構築する。ここでは、認知モデルの精緻化よりも工学的な観点からの応用可能性を重視する。

(2)【研究項目2】Web協調作業を支援するためのスマートな同期アルゴリズムの実現

研究項目1により得られた同期認知メカニズムに基づき、新たな同期アルゴリズムを開発する。具体的には、同期元での編集操作の抽象化手法、および同期先での同期内容の表現手法を明らかにし、同期アルゴリズムをライブラリとして整備する。ここで、非対称性および通信遅延を考慮する。非対称性に関しては、ユーザの違いおよび実行環境の違いを考慮する。ベンチマークとして、例えば、多数のユーザからの同期編集を含むプレゼンテーション支援のためのファシリテーション支援を用いる。ファシリテーションでは、多様な環境からの同時多発的な同期編集を考慮する必要があるため、認知負荷の低減を検証するのに適切である。具体的には、同期時における認知負荷を低減可能な新たな同期アルゴリズムの実現という困難な問題を解決する。

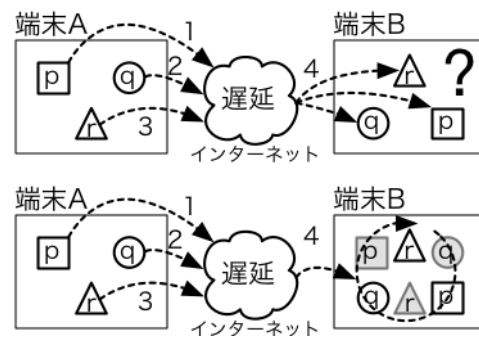


図1 上側では、端末Aから端末Bへの同期時の通信遅延により、端末Bでは多数のオブジェクトが同時に移動し、編集操作の意図が不明になる。下半分では、端末Bにおいて編集意図(回転)を再生している。

(3)【研究項目3】リアルタイム協調作業用アプリケーションの試作と評価

既存の Web アプリケーションへの組み込み、および実環境での運用により本提案手法の有効性を評価する。端末としては、PC、スマートフォン、およびタブレット端末を想定し、通信環境としては、Wi-Fi およびセルラネットワークを想定した評価を実施する。特に低品質（狭帯域、高エラー率など）のネットワークにおける性能を詳細に評価する。

3. 研究の方法

申請者は、先行研究で Web を用いたリアルタイム協調作業のための同期アルゴリズムを開発している[文献 3]。本研究では、先行研究を基盤技術としてユーザ/実行環境の非対称性、および同期認知メカニズムを考慮した Web 協調作業のための同期アルゴリズムの実現を目指す。本技術によって、既存の Web アプリケーションを利用して効果的にリアルタイム協調作業を可能とするシステムが実現する。具体的に、次の3つの研究項目を順に推進する。

【研究項目1】リアルタイムな同期に基づく Web 協調作業における同期認知メカニズムの分析

【研究項目2】Web 協調作業を支援するためのスマートな同期アルゴリズムの実現

【研究項目3】リアルタイム協調作業用アプリケーションの試作と評価

(1)【研究項目1】リアルタイムな同期に基づく Web 協調作業における同期認知メカニズムの分析

リアルタイムな同期に基づく Web 協調作業においてユーザにとって認知負荷の低い同期アルゴリズムに必要な要素技術を明らかにするために、同期に伴う多数のオブジェクトの変化が他のユーザに認識されるとき認知メカニズムを分析する。

本研究課題では、次の方策に従い同期認知メカニズムを構築する。

方策 A) 同期時のユーザの挙動に関するデータ収集

表1に示される3種類のリアルタイムな Web 協調作業システム（試作済み）に、ユーザの挙動を計測するためのサブシステムを組み込む。評価対象1および2は、従来の同期手法では不十分な課題であり、本申請課題における研究成果の確認に有効である。評価対象3は、一般的なリアルタイム協調編集の一例としての効果測定を想定している。

方策 B) 同期時のユーザの挙動に関するデータ収集

方策 A で実装した評価対象システム上で被験者にタスクを実行させ、その作業効率を計測する。データの収集方法としては、キーボードおよびマウス等の入力装置からのデータ収集に加えて、非接触視線入力装置を用いたデータ収集を行う。同期認知メカニズムの理解において、特にユーザの視線の分析が重要であると考えており、まずは視線の分析を重視する。Web 協調編集における複数のオブジェクトの更新における視線の動き、および作業効率への影響に関するデータを収集する。入力装置から得られた情報を利用して作業時間等を計測する。

方策 C) 同期に伴う視線および認知負荷の予測モデルの構築

方策 B で得られたデータを利用して、どのような状況においてユーザが無駄な視線移動を行うかを予測するためのモデルを構築する。まずは、SVM を適用し、問題があれば他の機械学習手法を検討する。もしくは、視線移動のパターンを分類し考察する。以上により、同期時の無意味な視線誘導を伴うオブジェクトの更新を避けるためのヒントを得る。

リアルタイムな同期に基づく Web 協調作業における同期認知メカニズムの分析

同期アルゴリズムを改善するために、視線以外のデータを統合的に利用する。具体的には、モーションセンサ（Kinect、Leap Motion 等）を利用してユーザの挙動（特にプレゼンテーション）を詳細に分析する。多様な Web 協調作業に対して必要な視覚効果およびその提示タイミングを計算するためのモデルを洗練化する。非対称性を考慮した場合、何をどのように表現して同期すれば良いのかを追求する。例えば、ユーザのスキルの違いや端末の画面のサイズの違いによる同期に対する認知への影響を調べる必要がある。

(2)【研究項目2】Web 協調作業を支援するためのスマートな同期アルゴリズムの実現

研究項目1を進めつつ得られた知見を利用して、同期時のアウェアネスを表すと予想される3種類程度の視覚効果を試作し評価する。複数のオブジェクトの挙動を表現するにはオブジェクトをグループ化した上で、グループ単位で同期を表現することが有効であると予想している。ここでは、同期時のアウェアネスの表現方法を探求し、ベストプラクティスを得る。

Web 協調作業における同期において、単なるリアルタイムな編集の再現に基づく同期を超える、新たな同期アルゴリズムの実現を目指す。多様な実行環境における同期手法の最適化のためのモデルを明らかにし、そのモデルに基づく最適化アルゴリズムを設計する。描画内容と実行環境を考慮して適応的に最適な同期手順を導出するためには、実行環境に適した同期情報の表現形式を決定するためのパラメータをオンラインで高速に最適化するためのアルゴリズムを実現する。同期に要する時間を $T = TS + TN + TP$ とする。ここで、それぞれ、TS: 同期元でのオブジェクトの変更に関する情報収集に要する時間、TN: 通信時間、および TP: 同期先のオブジェクトへの変更の反映に要する時間である。ここで、TS + TP、TN、および Web 協調作業の効率との関係を探る必要がある。さらに、開発したアルゴリズムのライブラリ化、および同期用サーバを実装し、本手法の既存アプリケーションへの組み込みを可能にする。非対称性を考慮すると、TS および TP の処理を、可能な限りサーバ上で実行することが有効であると予想されるため、実装面での工夫が必要である。また、リアルタイムなプレゼンテーション支援におけるファシリ

ーションに適用し、多様な環境からの同時多発的な同期編集における効果を確認する。

(3) 【研究項目3】リアルタイム協調作業用アプリケーションの試作と評価

リアルタイム協調作業用 Web アプリケーションの実装に関連して、試作済みの Web アプリケーションへの組み込み、および様々な実環境での運用により本提案手法の有効性を評価する。端末としては、PC、スマートフォン、およびタブレット端末を想定し、通信環境としては、Wi-Fi およびセルラネットワークを想定した評価を実施する。試作したシステムを公開し、仕様の妥当性および効果の検証を行う。

4. 研究成果

研究成果として、以下の(1)~(3)を示す。

(1) リアルタイムな同期に基づく Web 協調作業において、ユーザにとって認知負荷の低い同期アルゴリズムに必要な要素技術を明らかにするために、同期に伴う多数のオブジェクトの変化が他のユーザに認識されるとき認知メカニズムを明らかにすることを目指した。リアルタイムな Web 協調作業システムにおける同期時のユーザの挙動を調べるために、Web 上でのプレゼンテーションシステムへの適用を試みた。本プレゼンテーションシステムでは、プレゼンテーション中にアドホックにコンテンツが追加されることを想定しており、追加されたコンテンツがリアルタイムに複数人に同期される。ここでは、複数のオブジェクトが同時に更新される場合の、同期の遅延が問題となったため、これに対応する新たな同期方式を開発した。具体的には、複数の同期対象のオブジェクトの変化を、逐次的に処理するのではなく、バッチ的に処理するアルゴリズムを開発した。次に、オブジェクトの変化(特に位置の移動)に対するユーザの反応を調べた。予備的な研究として、PC におけるデスクトップ画面上のウィンドウに関して、ウィンドウの位置を自動的に配置するというタスクにおけるユーザの挙動を調べた。ここでは、アクティブなウィンドウにおける作業が、非アクティブなウィンドウの内容に依存する場合を想定し、非アクティブなウィンドウを自動的に移動したときのユーザの挙動を調べた。ウィンドウの移動に関連して、視線情報の利用を試みた。具体的には、重なり合うオブジェクトに対するフォーカスの移動に対する、視線情報の利用可能性を調べた。ここでは、限定的ではあるがその有用性が示唆された。

(2) リアルタイムな同期に基づく Web 協調作業において、ユーザにとって認知負荷の低い同期アルゴリズムに必要な要素技術を明らかにするために、視線情報およびウィンドウの画像を用いてデスクトップ上におけるピクセル毎の重要度をモデル化した。視線情報に関しては今年度に新たに導入した視線情報取得装置を用いた。ここでは新たに、重畳表示されたオブジェクトの表現方法として、前面のオブジェクトを透過表示することの効果を検証するためのアプリケーションを試作した。結果として、アプリケーションの種類によっては、作業効率を改善する可能性が見いだされた反面、視認性の低下するアプリケーションも確認された。ここでの成果として、ユーザが視認している領域の重要度を評価するための関数として、式(1)~(4)として定義した。

$$EvaluationEx(t) = \sum_{x \in Ex} \sum_{y \in Ey} M_{ext}(x, y, t) \quad (1)$$

$$M_{ext}(x, y, t) = \zeta(z_e) M_{wd}(x, y, z_e, t) \quad (2)$$

subject to:

$$z_e = \operatorname{argmax}_{z \in WIN} \zeta(z), \quad \sum_{z \in WIN} \zeta(z) = 1, \quad 0 \leq \zeta(z) \leq 1 \quad (3)$$

$$M_{ext}(x, y, t) = \beta \zeta(z_e) M_{wd}(x, y, z_e, t) + (1 - \beta) \zeta(z_{front}) M_{wd}(x, y, z_{front}, t) \quad (4)$$

ここで、時刻 t の座標 (x, y) におけるオブジェクト z に対する関心度 $\zeta(z)$ である。式(1)中の視線情報評価値 $M_{ext}(x, y, t)$ は、時刻 t の座標 (x, y) の価値を評価するための式であり、式(2)もしくは式(4)として定義される。 $M_{wd}(x, y, z_e, t)$ は、特徴的な映像である度合いを表すパラメータである特徴含有値である。式(3)によりユーザが最も関心を持つオブジェクト z_e を求める。式(4)は、透明なオブジェクトを重畳表示する場合を扱えるように式(2)を拡張したものである。透明度 β で、2つのオブジェクトを重ねて表示する場合を想定している。

また、表示内容の意味を理解するための要素技術として深層学習に基づく短文処理技術を開発し、同期アルゴリズムへの適用可能性について検討した。さらに、同期対象のオブジェクトがバースト的に更新された場合の性能向上を実現した。従来手法では、追加されたコンテンツがリアルタイムに複数人に同期される場合、複数のオブジェクトが同時に更新される場合の、同期の遅延の開発のため、具体的には、複数の同期対象のオブジェクトの変化を、逐次的に処理するのではなく、バッチ的に処理するアルゴリズムを開発した。しかし、従来手法が想定していな

い規模の大量のオブジェクトのバースト的な更新に対する同期処理において性能低下することが明らかになった。新たな手法では、このようなバースト的なオブジェクトの更新を一括処理するために、レイヤの構成を最適化するためのアルゴリズムを開発した。また、リアルタイム協調編集に関連して、反転学習における新たな教材配信に関する研究に着手した。ここでは動画教材配信時におけるコンテンツの視聴のしやすさに着目した、画像および音声処理技術を開発した。

(3) リアルタイム協調作業用アプリケーションの試作と評価を行った。リアルタイム協調作業用 Web アプリケーションの実装に関連して、試作済みの Web アプリケーションへの組み込み、および様々な実環境での運用により本提案手法の有効性を評価した。端末としては、PC およびスマートフォン、タブレット端末を用いた。通信環境としては、Wi-Fi およびセルラネットワークを用いた。具体的には、次の3つのシステムを試作・評価した。1つ目のシステムは、付せんに基づく共創支援のためのシステムである。本システムでは、現実の付せんをAR(Augmented Reality)技術を用いて電子付せんとして取り込み、電子付せんの状態をリアルタイムに同期することで、共創活動を支援する。2つ目のシステムは、プログラミング演習支援のためのウィンドウ共有システムである。仮想デスクトップ共有とは異なり、複数ユーザのウィンドウを複数ユーザで共有するため、ユーザのデスクトップ上では複数のユーザの多数のウィンドウを同期する必要がある。本システムの実装において、WebRTC を利用した同期技術に関する知見を蓄積した。3つ目のシステムは、前年度に引き続き、反転講義支援システムである。新たに講義資料および講師映像の配信に必要なソフトウェアを開発した。講義支援に関連して、AR 技術を用いて受講生間のコミュニケーションを支援するシステムを試作した。ここでは受講生間のチャットを AR 空間内で受講者の位置を考慮してリアルタイムに同期するための技術を蓄積した。これらの3つのシステムでは、多数のコンテンツを効率的に同期することが求められるため、これらのシステムの実装を通じて、本提案手法が効果的に応用システムに組み込み可能であることが示された。

<引用文献>

- [文献 1] C. A. Ellis and S. J. Gibbs: Concurrency control in groupware systems, In the Proc. of SIGMOD'89, ACM SIGMOD Record, Vol. 18, Issue. 2, pp. 399-407, June 1989.
- [文献 2] Neil Fraser: Differential synchronization, In Proceedings of the 9th ACM symposium on Document engineering, DocEng'09, ACM Press, pp. 13-20, New York, USA, 2009
- [文献 3] Tadachika Ozono, Shun Shiramatsu, and Toramatsu Shintani: A Stable Layered Canvas Mechanism for Collaborative Web Applications, The 2015 IEEE/WIC/ACM International Conference on Web Intelligence (WI'15), pp. 101-106, 2015.
- [文献 4] 井上 良太, 白松 俊, 大冨 忠親, 新谷 虎松: 発表中の資料へのフィードバックに基づくインタラクティブプレゼンテーションシステムの実現, 情報処理学会論文誌, 査読有, Vol. 56, No. 10, pp.2011-2021, 2015.

5. 主な発表論文等

[雑誌論文] (計 9 件)

- ① Eishun Ito, [Tadachika Ozono](#) and Toramatsu Shintani: A Layered Canvas Synchronization Mechanism for an Adaptable Presentation System, International Journal of Service and Knowledge Management, 査読有 (印刷中)
- ② Tatsuya Ohbe, [Tadachika Ozono](#), and Toramatsu Shintani: A Sentiment Polarity Classifier for Regional Event Reputation Analysis, International Journal of Service and Knowledge Management, 査読有 (印刷中)
- ③ Satoru Iwata, [Tadachika Ozono](#), Toramatsu Shintani: Any-Application Window Sharing Mechanism based on WebRTC and its Evaluations, Information Engineering Express, 査読有 (印刷中)
- ④ Keisuke Yoshida, [Tadachika Ozono](#), Toramatsu Shintani: Developing an Automatic Window Manipulation System Considering Content on Application Windows and User's Behavior, International Journal of Smart Computing and Artificial Intelligence, 査読有, Vol. 1, No. 2, pp. 59-75, 2017.
- ⑤ Yusuke Niwa, Shun Shiramatsu, [Tadachika Ozono](#), Toramatsu Shintani: Developing a Real-Time Web Questionnaire System for Interactive Presentations, Journal of Advanced Computer Science and Applications, 査読有, Vol. 7, Issue 7, pp. 506-513, 2016.
- ⑥ Shota Imai, Shun Shiramatsu, [Tadachika Ozono](#), Toramatsu Shintani: An Extended Web Displaying System based on Multiple Tablet Devices, International Journal of Computer & Information Science, 査読有, Vol. 17, No. 2, pp.106-115, 2016.
- ⑦ Tomohiro Iwasa, Yudai Kato, Shun Shiramatsu, [Tadachika Ozono](#) and Toramatsu Shintani: Linked Data-based Slide Repository: The Episodic Slide Retrieval Using the Episodic Keyword Networks, Journal of Control Science and Engineering, 査読有, Vol. 4, No. 1, pp. 36-49, 2016.

- ⑧ Katsuya Nakano, Shun Shiramatsu, Tadachika Ozono and Toramatsu Shintani: Solving a Coalition Structure Generation Problem Considering Robustness by Using a Coalition Lattice, ICIC-ELB, 査読有, Vol.7, No.1, pp.203-208, 2016.
- ⑨ 杉野 恭兵, 丹羽 祐輔, 白松 俊, 大園 忠親, 新谷 虎松: Bluetooth に基づく人感センサを利用した遠隔介護支援システムの試作, 電気学会論文誌 C, 査読有, Vol. 136, No. 2, pp.218-225, 2016.

〔学会発表〕 (計 11 件)

- ① Tadachika Ozono: Layered Canvas Mechanisms for Collaborative Web Applications, International Conference on Interaction Design and Digital Creation / Computing (IDDC2018), 招待講演, 2018.
- ② Eishun Ito, Tadachika Ozono and Toramatsu Shintani: Extracting Paper Sticky Notes with Visual-inertial Odometry of ARKit, CSII2018, 査読有, IEEE, pp. 37-42, 2018.
- ③ Rikiya Ando, Tadachika Ozono and Toramatsu Shintani: Developing a Linked Data-based Weekly Report Management System, CSII2018, 査読有, IEEE, pp. 43-48, 2018.
- ④ Iwata Satoru, Tadachika Ozono and Toramatsu Shintani: Developing a Management System and Interface for Instant Application Window Sharing, IDDC2018, 査読有, pp. 1-6 (online), 2018.
- ⑤ Tatsuya Ohbe, Tadachika Ozono, and Toramatsu Shintani: A Sentiment Polarity Classifier for Regional Event Reputation Analysis, Proceedings of the International Conference on Web Intelligence 2017, 査読有, ACM, pp. 1207-1213, Leipzig, Germany, 2017.
- ⑥ Eishun Ito, Tadachika Ozono and Toramatsu Shintani: Adaptable Web Presentation System with Layered Canvas Synchronization Mechanism for Scalability, ESKM2017, 査読有, IEEE, pp. 453-458, 2017.
- ⑦ Satoru Iwata, Tadachika Ozono and Toramatsu Shintani: An Any Application Window Sharing Mechanism Based on WebRTC, SCAI2017, 査読有, IEEE, pp. 808-813, 2017.
- ⑧ Masato Watanabe, Yuya Sakaguchi, Tadachika Ozono, Toramatsu Shintani: The 2nd International Conference on Computer and Information Sciences, 査読有, vol.2(電子版), pp.32-42, 2016.
- ⑨ Tatsuya Ohbe, Tadachika Ozono, and Toramatsu Shintani: Developing a Sentiment Polarity Visualization System for Local Event Information Analysis, 7th International Conference on E-Service and Knowledge Management (ESKM 2016), 査読有, IEEE, pp. 19-24, 2016.
- ⑩ Tatsuo Matsuura, Tadachika Ozono, and Toramatsu Shintani: An Akashic Desktop Recorder for Resumption of Works, 7th International Conference on E-Service and Knowledge Management (ESKM 2016), 査読有, IEEE, pp. 25-30, 2016.
- ⑪ Keisuke Yoshida, Tadachika Ozono, and Toramatsu Shintani: FoXpace: Manipulating Windows Based on the User's Work History, 4th International Conference on Smart Computing and Artificial Intelligence (SCAI 2016), 査読有, IEEE, pp. 698-703, 2016.

〔その他〕

ホームページ等

<http://www-ozlab.ics.nitech.ac.jp/>

6. 研究組織

(1)研究分担者

なし

(2)研究協力者

なし

※科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。