

同一アプリケーションの異なるバージョン間での コラボトレイを用いた操作互換

馬場優[†] 石橋篤[†] 佐藤慶三^{††} 中島誠^{††} 伊藤哲郎^{††}

近年、PC を利用した協調作業環境構築について様々な研究がなされ、個人作業用アプリケーションを利用する仕組みも提案されている。個人作業用アプリケーションを利用することで、協調作業との切り替えが円滑になる。しかしながら、同じ協調作業に係るユーザ同士で操作に慣れたバージョンが異なることがある。本稿では、個人作業で利用するアプリケーションを変更することなく協調作業で利用するコラボトレイに操作互換手法を組み入れ、異なるバージョンを使うユーザ同士が参加できる協調作業環境について提案する。MS Paint および MS Word を利用した実験で、被験者が異なるバージョンを利用して協調作業を行えたことを確認した。

A CollaboTray-Based Method of Compatible Event Conversion for the Windows of two Different Versions of a Single Application

Masaru Baba[†] Atsushi Ishibashi[†] Keizo Sato^{††}
Makoto Nakashima^{††} and Tetsuro Ito^{††}

There are various researches to build a computer supported cooperative work environment. CollaboTray has been proposed as a platform to realize a collaborative work environment using a single-user application. However an application is often upgraded and its user interface is different from that of old version of the application. The difference may make users confused about how to use the application. We here propose a CollaboTray-based method of compatible event conversion for the Windows of two different versions of a single application. The effects of the method were clarified by the case studies employing MS Paint and MS Word.

1. はじめに

日常作業で PC を利用する頻度が高まっており、PC を用いた協調作業の研究が行われてきている。PC を用いた協調作業に関する研究として、CSCW(Computer Supported Cooperative Work) [5]が行われてきた。PC を用いた協調作業では、対面型とネットワークを介しての遠隔で行われる。

協調作業支援用プラットフォームとして、コラボトレイ[1]が提案されている。コラボトレイは、協調作業支援環境として Windows アプリケーションを改変する必要なく、アプリケーションをそのまま利用できる。さらに、トレイの共有機能により、遠隔地にいるユーザとの同期的な協調作業を可能にできる。しかしながら、個々のユーザで Windows OS のバージョンが異なる、もしくは同一のアプリケーションであってもバージョンが異なるためにユーザインタフェースが異なるといった問題が生じてしまい、協調作業が円滑に行えないといった問題が生じる。

本稿では、ネットワークを介した 2 人のユーザがコラボトレイを用いて、それぞれ自分の使い慣れているアプリケーションのバージョンを使用して協調作業に参加ができるための操作互換処理手法について述べる。コラボトレイでは、トレイ内のアプリケーション上でのボタンクリック、ドラッグといった操作情報を取得することができる。操作互換は、それらの操作情報や座標を元にコラボトレイ内でのアプリケーション上の操作をもう一方のユーザが操作しているアプリケーションのバージョンの同一操作に変換を行う処理である。また、双方のユーザが、共有元アプリケーション内部の一方の作業領域を共有するため、それぞれのユーザが操作しているアプリケーションの外観を変えることなく、自分の使い慣れたユーザインタフェースを使用しながらの協調作業が可能になる。

Windows アプリケーションを協調作業で使用してもらい、バージョンの違いによるユーザインタフェースの異なる同一アプリケーション間での操作互換処理の有効性を調べるための実験を行った。2 種のアプリケーションを利用した実験を通して、被験者が異なるバージョンを利用した協調作業を行えることを確認した。

2. 関連研究

画面共有を行って協調作業を行える方式には VNC [8]や CoWord [6], リモートデスクトップ[4]などがある。VNC は、相手側 PC のディスプレイのイメージを自分の PC に表示することで、相手の PC を操作することができる。VNC の派生として、RealVNC [7], UltraVNC [10]などがある。

VNC を使用する上での問題点としては、サーバ側から一方的にクライアント側に画

[†] 大分大学大学院工学研究科知能情報システム工学専攻

^{††} 大分大学工学部知能情報システム工学科

面をシェアし、クライアント側はこのシェアされてきた画面を操作しなければならない。シェアされてきた画面が自分の使い慣れているインタフェースであれば問題ないが、使い慣れていないインタフェースでは使いづらさが生じ、協調作業にも支障が出かねない。

アプリケーションや OS のバージョンの違いをカバーするための研究 [9] [11]も行われており、その 1 つとして Web-IR[3]がある。Web-IR は XML ベースの中間表現と Java ベースのフレームワークを用いる方法であり、既存の RIA(Rich Internet Application)の外観を維持しながら他の RIA 技術に変換できることが可能である。この方法により、既存の技術や外観は維持しつつ、他の技術への変換も行うことができる。

本稿で述べる操作互換手法では、個人の使い慣れているアプリケーションのバージョンのユーザインタフェースを使用するので、個人が使用しているアプリケーションの外観を変更する必要がない。また、アプリケーションのバージョンの操作性を維持しつつ 2 人での協調作業を可能としている。

3. コラボトレイ

コラボトレイは Windows アプリケーションを空トレイにそのまま「のせる」ことで、アプリケーションを操作ができる(図 1)。そのため、専用のアプリケーションは必要なく、協調作業への利用も容易に行うことができる[11]。また、イベントの排他処理により同時操作における競合を防いでいる。また、その操作を途中で中断されないために、一連の操作をまとめて扱い、イベント転送のタイミングを調整することで、個人作業用アプリケーションを協調作業に適応させている。

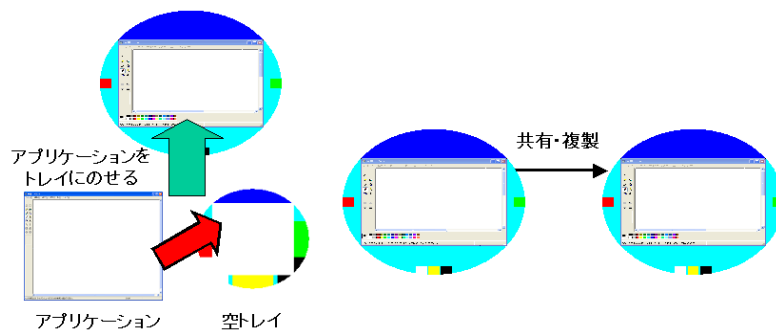


図 1 コラボトレイの概要

トレイは PC のディスプレイサイズに合わせて拡大縮小が可能で、個人作業の状況に応じてトレイの移動も可能である。また、ネットワークを介して相手に自分の使用しているトレイを共有することが可能で、そのトレイを普段使用しているアプリケーションと同様に操作をすることによって、相手との同期的な協調作業を実現することができる。

4. 操作互換

4.1 操作互換処理

各ユーザで通常使用している OS のバージョンが、Windows7, WindowsXP といったように異なる場合がある。図 2 に示す MS Paint のアプリケーションは、Windows7 と WindowsXP のバージョンでのユーザインタフェースが大きく異なる。緑枠の部分はブラシボタンであるが、同一の操作であってもボタンの大きさや配置が異なるなどの相違点が見られる。

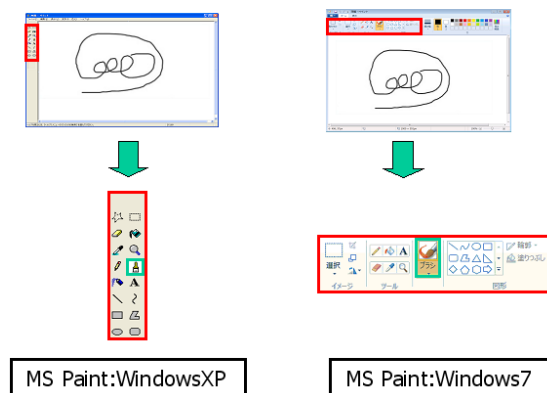


図 2 同一アプリケーションのバージョン違いによる操作性の相違

このようにユーザインタフェースが異なるままアプリケーションをトレイにのせ、協調作業を行おうとしても、一方のユーザはもう一方のユーザインタフェースでの操作に不慣れな場合があり、その場合は協調作業が円滑に進まない。そこで、各ユーザの使い慣れているユーザインタフェースで協調作業が行えるような操作互換処理をコラボトレイ上で実現する。操作互換を取り入れている双方のユーザの作業風景イメージは図 3 のようになる。

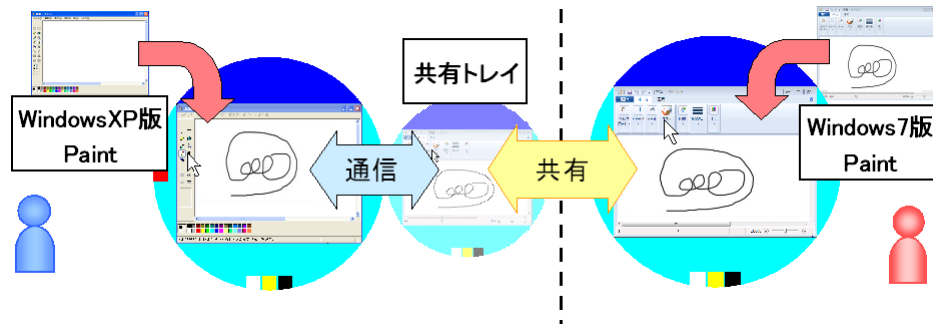


図 3 操作互換作業風景イメージ

WindowsXP の PC の画面上には WindowsXP バージョンの MS Paint がのったトレイと、Windows7 の PC からシェアされてきたトレイがのった状態であり、この状態で WindowsXP を使用しているユーザは作業を行う。このとき、共有元アプリケーションの作業領域をイメージとしてコピーしておく。その作業領域のイメージを双方のユーザで共有することにより、双方のユーザは同じ作業領域を見ながらの作業が可能であり、それぞれのユーザが作業をしているアプリケーションの外観は変更する必要がなく協調作業が行える仕組みとなっている。コラボトレイは、トレイ内でのクリックやキーボード入力などの操作や操作時の座標などの操作情報を取得することできる。この情報を元とし、共有トレイを介して共有元トレイに操作が渡り、操作互換が行える仕組みを取り入れている。

以降の節では操作互換手法を構成する機構について述べていく。

4.2 操作互換機構

操作互換手法の 1 つ目の機構としては操作互換機構である。普段利用するバージョンのアプリケーションの操作を、相手から共有されたアプリケーションのバージョンに対応した操作に変換する。まず、図 4 のように予め同一アプリケーションのバージョン毎に、ボタンの情報をまとめた 2 つのボタン配置ファイルを用意する。ボタンの情報とは、ボタン一つ一つを分類するための分類番号 id とボタンの配置を示すための左上と右下の座標を left, top, right, bottom で表現している。このボタンの配置ファイルは XML で記述されており、MS Paint に限らず他のアプリケーションでも同様の書式で書くことができる。

WindowsXP版Paintの 設定ファイル	
<component>	ボタン番号
<id>3</id>	
<left>33</left>	
<top>160</top>	
<right>55</right>	
<bottom>182</bottom>	
</component>	座標位置
...	

Windows7版Paintの 設定ファイル	
<component>	ボタン番号
<id>3</id>	
<left>233</left>	
<top>59</top>	
<right>263</right>	
<bottom>96</bottom>	
</component>	座標位置
...	

図 4 操作の変換に必要なボタンの配置ファイル

操作互換が行われる際には、先述の 2 つのボタン配置ファイルを対応させるためのファイルが必要となる。図 5 では、図 4 の 2 つのファイル同士を対応付けるための操作の対応付けファイルであり、同一の操作ボタン同士を対応させている。図中、各バージョンのアプリケーションについて、id が 3 のボタン同士が対応付けられる。

WindowsXP版Paintの 設定ファイル	操作ボタン同士を 対応付けた設定ファイル	Windows7版Paintの 設定ファイル
<component>	<rule>	<component>
<id>3</id>	<id>3</id>	<id>3</id>
<left>33</left>	<srcID>3</srcID>	<left>233</left>
<top>160</top>	<dstID>3</dstID>	<top>59</top>
<right>55</right>	</rule>	<right>263</right>
<bottom>182</bottom>	...	<bottom>96</bottom>
</component>	座標位置	</component>
...		...

図 5 操作の対応付けファイルでの対応付け

これらのファイルは、協調作業を行う作業で必要に応じて記述する。ただし、その記述は、協調作業で参加者の誰もが利用するような機能についてのみでよい。これは、特定のユーザのみが使う機能や操作精度を要求するような機能は、個人作業で仕上げる作業などに利用される、とみなせるためである。ここでの協調作業では、操作精度より、参加するユーザにとっての障壁をなくすことを重視する。

操作互換の手順は以下ようになる。

- ① 操作互換元のバージョンがのったコラボトレイ内で特定のイベント発生時にそのクリックした座標の特定をする。

- ② その座標が操作互換元ファイル中に存在するかを特定を行い、ファイル中に存在しているとき、その座標からボタン番号を特定する。
- ③ 操作互換元のボタン番号から、番号対応付けファイル中の番号を対応付ける。
- ④ 対応付けされた番号から操作互換先ファイルのボタン番号を特定して、番号のボタンの座標に操作を変換する。

このようにトレイ内での操作情報を元とし、操作互換元と操作互換先との間でのやり取りを可能にし、操作互換を行っている。次節では操作イベントの取り扱いについて述べていく。図 6 に、図 5 の対応付けを利用した、MS Paint におけるブラシボタンの対応付けの例を示す。

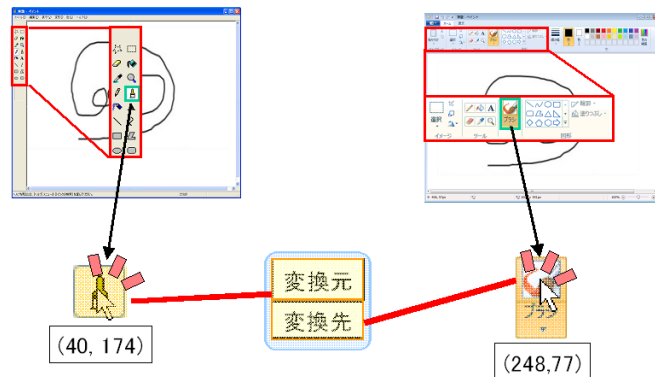


図 6 操作ボタンの対応付け

4.3 トレイ間通信機構

操作互換手法の 2 つ目の機構としてはトレイ間通信機構である。異なる 2 つのバージョンのアプリケーションがのったトレイの間で操作情報の送受信を行う。図 7 のトレイ間通信機構では、変換した操作情報をイベント通信のキューにプッシュして、遅延が発生しない程度の一定タイミングで共有元 PC 上のトレイへ送る。イメージ反映時は共有アプリケーションから普段利用するバージョンのアプリケーションをのせたトレイへイメージの情報を送る。

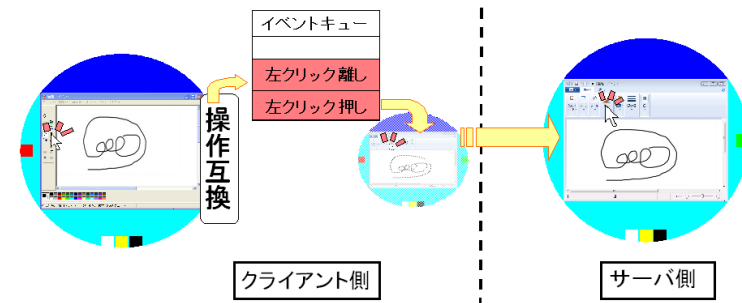


図 7 トレイ間通信機構による操作の受け渡し

4.4 イメージ反映機構

操作互換手法の 3 つ目の機構としてはイメージ反映機構である。まず共有元の作業領域のイメージを取得し、そのイメージを共有先のバージョンがのったアプリケーションの作業領域に貼り付ける。

共有元 PC 上のアプリケーション内で操作の発生時に、その状態を異なるバージョンのアプリケーションがのったトレイへ反映させる。図 8 のように操作互換と同様に共有アプリケーション作業領域を特定してイメージ抽出し、一方のトレイのアプリケーション作業領域に反映させる。作業領域内で操作が発生し、作業領域内に更新が発生するたびに、その更新分のイメージを双方でシェアすることができる。

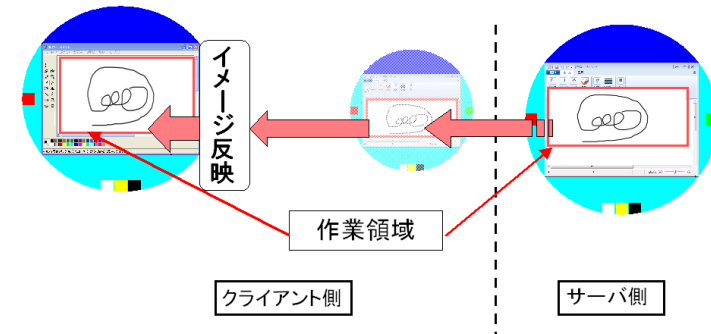


図 8 イメージ反映機構

4.5 キーボードイベント反映機構

操作互換手法の 4 つ目の機構としてはキーボードイベント反映機構である。3.5 節の時と同様にキーボードでのイベントについてもマウスイベント時と同様にトレイ間でイベントの送受信が行われる。図 9 で示すように、クライアント側でキーボード入力が発生した際に、サーバ側からシェアしてきたトレイにフォーカスを切り替え、反映された内容をイメージとしてクライアント側のトレイに反映させる流れとなっている。

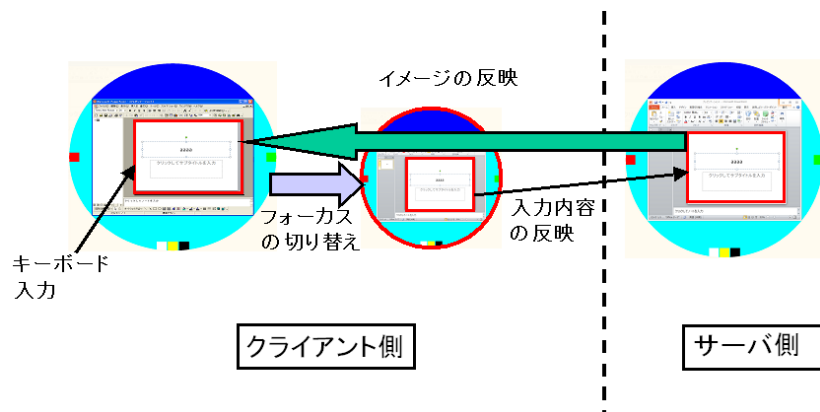


図 9 キーボードイベント反映機構

5. 評価・実験

5.1 実験概要

実際の Windows アプリケーションを用いて、操作互換手法の有効性を評価するための実験を行った。実験は 2 種類行い、実験の 1 つ目では MS Paint を使用し、実験の 2 つ目では MS Word を使用した。それぞれのアプリケーションで 2 つのバージョンを用意し、被験者には古いバージョンのアプリケーションの操作に慣れている大学生を 10 人選んだ。MS Paint は WindowsXP バージョンと Windows7 バージョンを、MS Word は MS Word 2003 と MS Word 2007 をそれぞれ用意した。被験者にはクライアント側のアプリケーションを操作してもらった。サーバ側の操

作は何れの実験でも、著者らが実験の説明と並行して行った。両実験では 2 つの環境で協調作業を行ってもらいその結果と、2 つの環境での操作感などの比較を行った。各実験の環境は、サーバ側とクライアント側それぞれのユーザが普段利用する Windows のバージョンのアプリケーションを用いる環境と、サーバ側から共有された Windows のバージョンのアプリケーションをクライアント側のユーザも用いた。使用した Windows のバージョンと、設定した環境については次節で述べる。実験の内容は、MS Paint ではピクトグラムを 2 人で協力して模写してもらった。また、MS Word では提示した人物の紹介文をテンプレートに沿って作成してもらった。それぞれの環境での協調作業終了後に操作性について、表 1 に示す 5 つのアンケート項目に答えてもらい、使用した上での評価を行ってもらった。各アンケート項目について、評価は 5 段階評価とした。

表 1. 実験に関するアンケート内容

1. 自分は作業にどの程度参加できたと思うか?
2. 使用したいボタンはすぐに見つけることができたか?
3. 必要とするボタンは操作できたか?
4. 操作に戸惑いはなかったか?
5. 自分の行った操作がスムーズに反映されたか?

5.2 実験環境

以下の 2 つの環境で実験を行い、それぞれの環境での実験後に先述のアンケートに答えてもらい、2 つの環境間での操作互換の有効性の比較を行った。また今回の実験で使用した MS Word は、WindowsXP バージョンでは MS Word2003、Windows7 バージョンでは MS Word2007 であった。実験環境は以下に示す通りである。

環境 1 (提案手法)

サーバ側から Windows7 のバージョンのアプリケーションがのったコラボトレイを共有しつつ、クライアント側は使い慣れている WindowsXP のバージョンのアプリケーションがのったコラボトレイを使用して、操作互換を用いた協調作業環境である。

環境 2

サーバ側から Windows7 のバージョンのアプリケーションがのったコラボトレイを共有し、クライアント側はその共有してきたコラボトレイを使用する協調作業環境である。

5.3 実験結果

MS Paint および MS Word での実験後のアンケートの集計結果を、それぞれ図 10、図 11 に示す。図中の評価は、各質問項目の評価値の平均値を示している。アンケート結果について t-検定（棄却率 5% の片側検定）での検定を行ったところ、MS Paint を使った実験では、質問項目 2、4 について、提案手法での作業が有意に優れていた。MS Word を使った実験では、質問項目 2 についてのみ、有意差が見られた。また、質問項目 5 について、比較対象に比べ平均は下回っていたが統計的に有意な差はみられなかった。

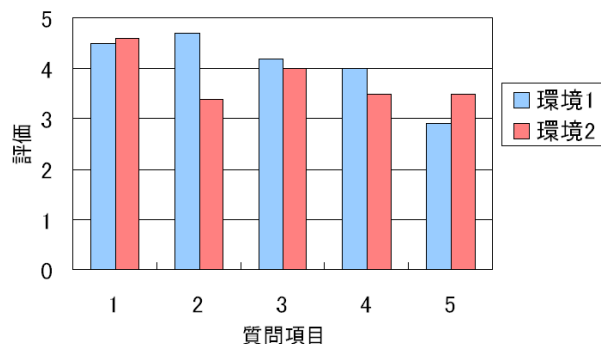


図 10 MS Paint での作業後のアンケート結果と実験環境間の比較

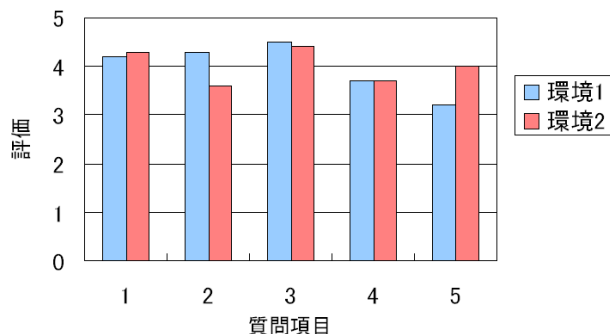


図 11 MS Word での作業後のアンケート結果と実験環境間の比較

質問 1 の結果から、何れの作業環境でも被験者は自身の分担する作業を遂行することができていた。しかしながら、質問 2 に関しては、自分の使い慣れているバージョンでの操作が行いやすいことが確認できたことから、操作互換が有効であることがいえる。質問 3 については 2 つのアプリケーション何れの実験でも差はみられなかった。これは、バージョンの違いによるユーザへの影響が「ボタンの操作」自体ではなく、使用するボタンを見つけるまで、に強く働くことを意味している。質問 4 に関しては、使用頻度の低いバージョンのアプリケーションでも大きな戸惑いはみられず、質問 5 でも、操作互換の処理に掛かる遅延が発生していたが、有意な差は見られなかったことから、提案手法で作業に必要な操作性は確保できていたといえる。質問 5 に関しては、「Windows7 同士」の環境での協調作業ではコラボトレイをシェアするだけで協調作業を行っており、「WindowsXP と Windows7」の環境では、WindowsXP の MS Paint をのせたコラボトレイの操作がシェアウィンドウを通して操作互換が行われるので、その分の処理に時間がかかったため、操作がスムーズに反映されなかった。

6. 考察

実験の結果から、WindowsXP の MS Paint, MS Word を使い慣れているユーザは普段使い慣れているバージョンの操作性を維持しながら、アプリケーションを共有できるようにするための異なるバージョン間での操作互換を用いることで、Windows7 のアプリケーションを使い慣れているユーザとコラボトレイを用いて協調作業を行うことができ、双方のユーザが作業に大きな支障がでることなく、協調作業を進められたことが確認できた。

アンケートの質問 2 で見られているように普段 WindowsXP のアプリケーションを使用しているユーザは WindowsXP のアプリケーションのインターフェースを見慣れていることから、自分の行いたい操作に該当するボタンをすぐに見つけ出せていた。また、質問 3 と質問 4 の MS Word では結果に大きな差は見られなかった。特に MS Word での実験で質問 4 に大きな差が見られなかった理由として、MS Word での操作は MS Paint に比べ、アプリケーション内の描画のボタン操作よりも、テキスト入力による操作が大部分を占めるために被験者の使用頻度が低いバージョンでも作業は可能であったことも考えられる。

質問 5 に関しては 4.3 節でも述べているように、単に Windows7 のアプリケーションをのせたコラボトレイをシェアして、協調作業を行う「Windows7 同士」の環境に対し、「WindowsXP と Windows7」の環境では、Windows7 のアプリケーションをのせたコラボトレイを通して、WindowsXP のアプリケーションをのせたコラボトレイの操作を Windows7 のシェア元のトレイに反映させるために、操作の受け渡しの際にわず

かながら遅延が起こっている。その反応遅延は妥当な範囲ではあるが、操作の受け渡し感がスムーズに感じられなかったという意見もあった。質問 1 にもその影響が出てしまっていた。今後は、キューでイベントを処理するときのイベントを取り出すタイミングの調整などの検討が必要であるのと、それに伴い、ユーザがスムーズに操作が受け渡されたと感じられるような設計や工夫が必要となる。

7. おわりに

本稿では、使用するアプリケーションのバージョンが異なるために、ユーザインタフェースが異なる際に生じる協調作業時の問題を挙げた。まず、協作業支援のプラットフォームのコラボトレイについて述べ、その上でコラボトレイを利用して協調作業が円滑に行えるための操作互換処理手法について述べた。操作互換処理機能は、自分の使い慣れているアプリケーションをそのまま用いての協調作業を可能にできる。また操作互換の有効性を確認するために、WindowsXP のバージョンのアプリケーションと Windows7 のバージョンのアプリケーションを用いて、アプリケーションのバージョンが異なる場合での被験者実験を複数人に対して行うことで、コラボトレイを用いての操作互換の有効性を実験から確認することができた。

今後の展望としては、操作互換処理の向上として、操作情報送信のタイミングの調整を行い、コラボトレイの仕様と共に、操作互換の処理がスムーズに反映されるような機構が今後必要になってくる。また、現在アプリケーション毎に読み込む設定ファイルと実行プログラムを分けているため、汎用性についても改善が必要である。そのため実行プログラムを同一にして、アプリケーション毎で読み込む設定ファイルを選択できるような仕組みが必要となる。

参考文献

- 1) Abe, Y. et al.: Tolerant sharing of a single-user application among multiple users in collaborative work. In Companion Proceedings of the ACM CSCW' 10. pp. 555-556(2010).
- 2) Chengzheng Sun, Steven Xia, David Sun, David Chen, Haifeng Shen, Wertong Cai: Transparent Adaptation of Single-User Applications for Multi-User Real-Time Collaboration, ACM Transactions on Computer-Human Interaction, Vol. 13, No.4, pp531-582, 2006.
- 3) 早川 智一, 長谷川 慎哉, 吉賀 祥太, 疋田 輝雄: 中間表現とフレームワークを用いた Web アプリケーションのメンテナンス法の提案と評価, 情報処理学会研究報告. マルチメディア通信と分散処理研究会報告, 2011-DPS-149(12), 1-8, 2011-11-17
- 4) 石橋 篤, 馬場 優, 佐藤 慶三, 中島 誠, 伊藤 哲郎: 協調作業のためのコラボトレイを用いた同一アプリケーションの異なるバージョン間での操作互換, 第 64 回電気関係学会九州支部連合大会(2011).

- 5) Norbert A Streitz et al.: iLAND: An interactive Landscape for Creativity and Innovation, Proceedings of the ACM Conference on Human Factors I in Computing Systems(CHI'99), pp.120-127,1999
- 6) Q. Xia, et al.: Leveraging single-user applications for multi-user collaboration: the CoWord approach ,CSCW, Nov. 2004.
- 7) RealVNC: <http://www.realvnc.com/>
- 8) Richardson, T. et al.: Virtual network computing. IEEE Internet Computing. 1998.
- 9) Shi-Ming Huang et al.: Component-based software version management based on a Component-Interface Dependency Matrix, Journal of Systems and Software Volume 82 Issue 3, March, 2009
- 10) UltraVNC: <http://www.uvnc.com/>
- 11) Xiang Li et al.: Reliability analysis and optimal version-updating for open source software, Information and Software Technology Volume 53, Issue 9, September 2011, Pages 929-936