

t-Room におけるデスクトップ画面共有機能の実装とその応用

Sharing Function of Desktop View of PC in t-Room

梶 克彦[†]

Katsuhiko Kaji

平田 圭二[†]

Keiji Hirata

[†]NTT コミュニケーション科学基礎研究所

NTT Communication Science Laboratories

kaji@cslab.kecl.ntt.co.jp

現在研究開発を行っているビデオコミュニケーションシステム t-Room のミドルウェアを拡張し, PC のデスクトップ画面を共有する機能を実装した. 本機能により, PowerPoint の発表資料や Web コンテンツなど任意のデジタルコンテンツを共有した遠隔地間のコミュニケーションが可能になる. また, 過去の t-Room の様子を再現する機能と組み合わせたり, PC のデスクトップ画面を複数同時に共有することにより新たな遠隔コミュニケーションが可能になる. 本稿では, デスクトップ画面表示機能の実装と, それを用いた複数のアプリケーションについて述べる.

1 はじめに

現在我々はビデオ共有面に基づくコミュニケーションシステム t-Room を構築している. ビデオ共有面とは, 複数の遠隔地の映像を投射する面とローカルな対象を撮影する面が同一であるような面であり, 撮影されたローカルな対象は同期的に遠隔地の面に投射される. ビデオ共有面を用いることで, ユーザは互いに同じ物や動作を見ることができ, 物体に対して直接指差しなどができるようになる. ビデオ共有面を用いたシステムには, VideoDraw[5], ClearBoard[1], Agora[7], VideoArms[4] 等がある.

t-Room ではビデオ共有面により空間を包囲することで, 遠隔地の各ユーザがお互いの方向感や距離感をもれなく共有することを可能にした [9]. また, ビデオ共有面を発展させた仮想共有面という概念を導入し, 解像度や配置の異なるカメラ映像や Web 上の動画など, 様々なコンテンツを共有可能にした. さらに過去の t-Room の様子を録画し再生する機能を備えることで, 過去のミーティングを追体験したり電子メールのように記録をやりとりすることを可能にした [6].

ClearBoard は PC のデスクトップ画面にユーザの映像を重畳して共有することで, 効果的な遠隔協調作業を実現している. しかし同一のロケーションに一人のユーザが存在することを想定しているため, 視線や指差しが共有されるのは ClearBoard の作業領域の前面だけである.

一方 t-Room は同一のロケーションに複数人が存

在することを想定した遠隔コミュニケーションシステムである. そこで, t-Room に PC のデスクトップ画面の共有機能を実装し, 作業領域以外にいるユーザの視線や指差しを対面環境に近い形で共有可能にすることで, 複数人による円滑な協調作業が実現できると考えた. また, 複数のユーザが協調作業を行う場合, 複数の PC で作業することも考えられる. そのため t-Room に表示するデスクトップ画面の位置や数には柔軟性が必要である.

本稿では 2 章においてデスクトップ画面共有機能の実装について述べ, 3 章において本機能を用いたアプリケーションについて述べる.

2 デスクトップ画面共有機能

PC のデスクトップ画面を t-Room において共有する機能を実装した. 図 1 は遠隔地間のユーザが PowerPoint の資料を共有しながらコミュニケーションしている様子である. ユーザが操作するノート PC のデスクトップ画面が t-Room に表示されており, その他のユーザは表示されている PowerPoint の資料を閲覧しながら議論を行っている.

本機能のシステム構成は以下の通りである. まずユーザは t-Room ミドルウェアに対して, 仮想共有面へのディスプレイ画面の配置要求を行う. その際, 仮想共有面のどの箇所に配置するかという座標情報を指定する. t-Room ミドルウェアはディスプレイ画面配信サーバに対して, 該当するディスプレイサーバへのデータ配信の命令を送信する.



図 1: t-Room で PowerPoint の資料を共有している様子

デスクトップ画面配信サーバは常時デスクトップ画面全体をキャプチャし、その映像をモーション JPEG に変換する。またそのデータのヘッダに仮想共有面の座標情報と、画像をキャプチャした時点の時刻情報を追加する。デスクトップ画面配信サーバはこのデータをディスプレイサーバに配信し、ディスプレイサーバはその映像を指定された座標に表示する。

このデータは配信と同時にローカルにも保存される。そのため過去のデスクトップ画面の様子を t-Room 上で再現することも可能である。過去の再現の仕組みは文献 [6] と同様である。

デスクトップ画面配信サーバは、ディスプレイの解像度を 1920x1080 とし、JPEG の圧縮率を最も低くした場合、10fps 程度で配信することが可能である。ただし JPEG のデータサイズの増大、ネットワークの帯域の制限、ディスプレイサーバがディスプレイに表示するための処理時間などの条件により、実際にディスプレイに表示される際には 10fps よりも下回ることがある。JPEG の圧縮率は、デスクトップ画面を共有して行うコミュニケーションの形態に応じて変更する必要がある。早いフレームレートが必要な場合は JPEG の圧縮率を高く設定し、高画質が好ましい場合は圧縮率を低く設定する。ただし、ビデオの閲覧に関してはデスクトップ画面配信サーバで配信可能なフレームレートや画質では不十分であることが多い。その場合はデスクトップ画面配信サーバを用いず、MPEG などの動画を直接仮想共有面に配置する。すると動画は本来のフレームレートで再生されるため、快適に閲覧することができる。

本機能を用いて、絵や文章を協調して作成したり

PowerPoint の資料で発表をするといったような、任意のデジタルコンテンツの複数地点、複数ユーザでの共有が可能となった。また、デスクトップ画面配信サーバの動作する PC を複数台用意することで、複数のデスクトップ画面を同時に t-Room 上に表示することもできる。これにより複数台の PC を用いた協調作業が可能になる。

3 デスクトップ画面共有機能を用いたアプリケーション

3.1 コンテンツ閲覧者による非同期コミュニケーション

Synvie[8] やニコニコ動画 [3] によって、ユーザは動画を介した文字による非同期コミュニケーションが一般的になった。また、任意の Web コンテンツに対するアノテーションを可能にするシステム [2] 等により、コンテンツ閲覧者の文字によるコミュニケーションが可能となった。ここで、デスクトップ画面共有機能を用いることで、コンテンツ閲覧者自身の表情や指差しなどの身体的動作による新たな非同期コミュニケーションが実現できるのではないかと考えた。

既存のシステムが対象としているコンテンツは種類が限定されており、完成したコンテンツに限られる。そこで、ペイントソフトで絵を描いたりドキュメント作成ソフトで論文を書いている様子などコンテンツの制作過程や、ゲームのようなインタラクティブなコンテンツを対象とすることで、ユーザ同士のコミュニケーションの幅を広げることができるだろう。

そこで、デスクトップ画面共有機能と過去の t-Room の様子を再現する機能を組み合わせ、任意のデジタルコンテンツを対象とした、閲覧者による身体的な非同期コミュニケーションを実現した。

ここでは、t-Room 内のユーザがペイントソフトで絵を描画している過程をコンテンツ例とする。図 2 は、PC 操作者が手元のノート PC で絵を描画しており、その様子を遠隔地間のユーザが閲覧している様子である。

次に、図 3 のように、描画過程のコンテンツ、PC 操作者、過去の閲覧者を同時に再生する。これにより、現在のユーザは過去の閲覧者の反応を参考にしながらコンテンツを閲覧することができる。また、t-Room はこの様子も記録しているため、次回ユーザが同一のコンテンツを閲覧する際には、図 2 と図 3

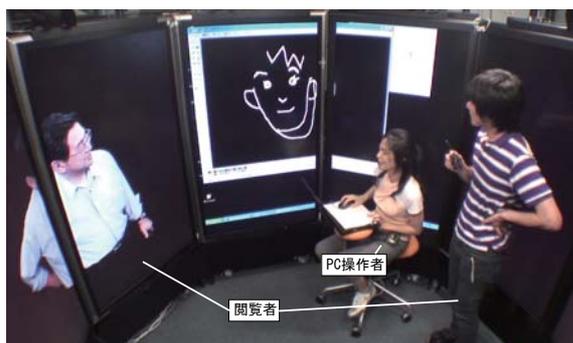


図 2: 絵の描画過程を閲覧する様子

のユーザの様子が重畳して再生される。



図 3: 絵の描画過程とその閲覧者の同時再生

これにより、1人でコンテンツを閲覧する際にも映画館で大勢の観客と一緒にいるような雰囲気の中で閲覧することが可能になる。また、過去の閲覧者が行ったコメントや解説などの身体動作をコンテンツと同時に閲覧することで、コンテンツの理解を深めることができると考えられる。

3.2 Google Earth によるバーチャルトリップ

複数のデスクトップ画面を t-Room に配置できる柔軟性を利用して、複数の Google Earth の画面を用いてパノラマ背景を表示するアプリケーションを実装した。本アプリケーションにより、図 4 のように遠隔地間のユーザが擬似的な旅行を体験したり、旅行の計画を立てたりすることが可能になる。

本アプリケーションを実現するための仮想共有面へのオブジェクト配置を図 5 に示す。まず仮想共有面に、6 台のデスクトップ画面オブジェクトを横並びになるように配置する。これは、Google Earth が表示可能な横方向の視野角が 60 度であり、6 台を横に



図 4: Google Earth によるパノラマ映像を背景としたコミュニケーションの様子

つなぎ合わせて 360 度のパノラマ映像を作成するためである。現在の t-Room は 8 台のディスプレイにより構成される。パノラマ映像を 8 台のディスプレイで表示するために、ディスプレイオブジェクトを 8 つ横並びに配置し、デスクトップ画面オブジェクトに重畳させる。仮想共有面にオブジェクトが配置されると、t-Room ミドルウェアがそれぞれのサーバ間を接続し、ディスプレイサーバに該当箇所のデスクトップ画面が配信される。

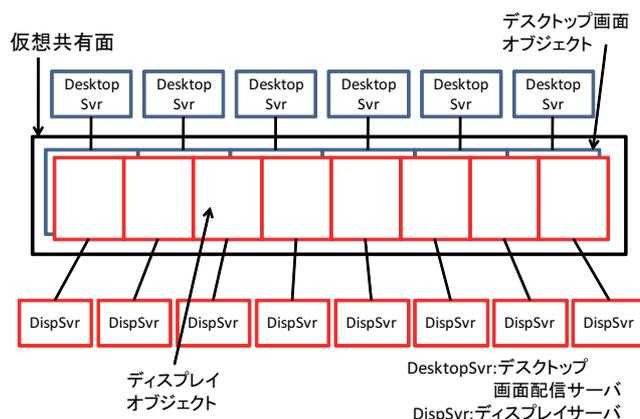


図 5: パノラマ背景のための仮想共有面へのオブジェクト配置

パノラマ映像を操作する部分のシステム構成を図 6 に示す。まず 6 台のデスクトップ画面配信サーバを Google Earth サーバとし、Google Earth をフルスクリーンモードで表示しておく。ユーザはパノラマ操作インタフェースを用いて、緯度経度、高度、アング

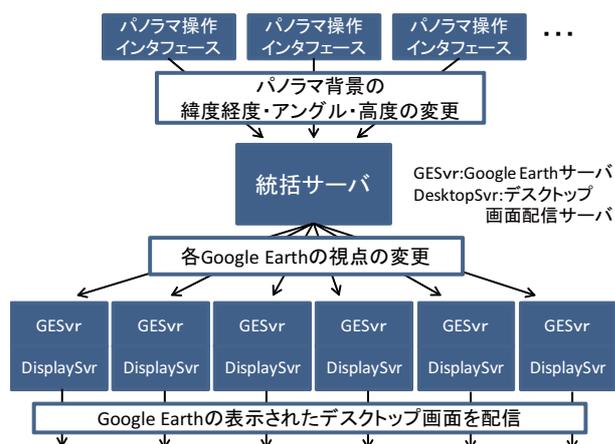


図 6: パノラマ背景表示のシステム構成図

ルを変更する。その情報は随時統括サーバに送信される。統括サーバは 6 台の Google Earth サーバに対して、緯度経度、高度、アングルを変更するための命令を送信する。その際、それぞれの Google Earth サーバには 60 度ずつずらしたアングル情報を送信する。Google Earth サーバは受信した緯度経度、高度、アングルに Google Earth の視点を移動させる。デスクトップ画面の様子は随時配信されているため、t-Room には 360 度のパノラマ映像が表示される。

パノラマ操作インタフェースを図 7 に示す。インタフェースの中央に表示されている Google Maps の任意の場所をクリックしたり、上部の検索部に地名を入力することでその場所に移動する。あらかじめ地名、緯度、経度、高度の情報をシステムに与えておけば、左側の地名リストにその地名が列挙される。地名リストから地名を選択することでも移動が可能である。また、パノラマ高度指定部を操作すると、パノラマ視点の高度を上下に移動する。さらに、アングル指定部の矢印ボタンやアングル指定用テキストボックスへの数字の入力、パノラマ映像を全体的に左右に回転することができる。パノラマ操作インタフェースは Web ブラウザで動作するため、遠隔地間の複数人で同時に利用可能である。

さらに仮想共有面に遠隔地の t-Room を重畳させることで、Google Earth のパノラマ映像と遠隔地の t-Room の様子が重なって表示される。これにより、パノラマ映像を背景とした遠隔地間のユーザとのコミュニケーションが実現される。



図 7: パノラマ操作インタフェース

4 おわりに

本稿では、PC のデスクトップ画面を遠隔地間で共有する機能とそれに基づくアプリケーションについて述べた。

以下に今後の課題を挙げる。本稿で実装したデスクトップ画面を共有する機能では、画面を共有することができるだけであり、PC を操作をするユーザは一人に限定されている。そこで、複数ユーザが協調して操作を行うユーザインタフェースについて考察する必要がある。

過去のデスクトップ画面を記録しておくだけでは、実際にその PC でどのようなアプリケーションを用いて、どのような操作を行ったかという情報が欠けているため、検索ができず再利用性に乏しい。そこで、利用しているアプリケーションやファイル等のメタデータを随時デスクトップ画面の記録に付与し、検索等に利用可能にする必要がある。

謝辞

日頃より本研究に関して熱く議論していただいた t-Room プロジェクトの皆様に深く感謝いたします。

参考文献

- [1] Ishii, H., Kobayashi, M., Grudin, J. Integration of interpersonal space and shared workspace; clear-board design and experiments. *ACM Transactions on information Systems*, Vol. 11, No. 4, pp. 349–375, 1993.
- [2] Marja-Riitta K., Eric P., Ralph R. S. Annotea: An Open RDF Infrastructure for Shared Web Annotations. In *Proceedings of International World Wide Web Conference (WWW)*, 2001.
- [3] niwango. ニコニコ動画. <http://www.nicovideo.jp/>.

-
- [4] Tang, A., Neustaedter, C., Greenberg, S. VideoArms: Embodiments for Mixed Presence Groupware. *People and Computers XX Engage, Springer London*, pp. 85–102, 2007.
 - [5] Tang, J. C., Minneman, S. L. VideoDraw: A Video Interface for Collaborative Drawing. *Proceedings of CHI*, pp. 313–320, 1990.
 - [6] 梶克彦, 平田圭二. 社会的インタラクションのコンテンツ化のためのアーキテクチャ. 情報処理学会 グループウェアとネットワークサービスワークショップ, 2007.
 - [7] 山下淳, 葛岡英明, 山崎敬一, 山崎晶子, 加藤浩, 鈴木栄幸, 三樹弘之. コミュニケーションにおけるフィードバックを支援した実画像通信システムの開発. 情報処理学会学会論文誌, Vol. 45, No. 1, pp. 300–311, 2004.
 - [8] 山本大介, 長尾確. 閲覧者によるオンラインビデオコンテンツへのアノテーションとその応用. 人工知能学会論文誌, Vol. 20, No. 1, pp. 67–75, 2005.
 - [9] 平田圭二, 原田康徳, 高田敏弘, 青柳滋己, 白井良成, 山下直美, 大和淳司, 梶克彦. 遠隔ビデオコミュニケーションシステムのための仮想共有面の実装方式. 情報処理学会 グループウェアとネットワークサービスワークショップ, 2007.