

# t-Room におけるマルチユーザ・マルチロケーションリモコン

## Remote Controller for Multi User and Multi Location in t-Room

梶 克彦<sup>†</sup>  
Katsuhiko Kaji

平田 圭二<sup>†</sup>  
Keiji Hirata

長尾 確<sup>‡</sup>  
Katashi Nagao

<sup>†</sup>NTT コミュニケーション科学基礎研究所  
NTT Communication Science Laboratories

<sup>‡</sup>名古屋大学大学院情報科学研究科  
Graduate School of Information Science, Nagoya University

kaji@cslab.kecl.ntt.co.jp

我々はビデオコミュニケーションシステム t-Room のディスプレイ上のオブジェクトを指し示すためのリモコンを導入した。ユーザが本リモコンで t-Room 内を指し示すと、そこにポインタが表示される。これにより t-Room 内のユーザの方向感が補助され、ユーザが指し示した箇所を正確に認識することが可能になる。また、過去の t-Room の様子や動画などの t-Room 上に配置されたコンテンツを、リモコンによりインタラクティブに操作することが可能である。本リモコンは遠隔地間で複数のユーザが同時に利用できるという特徴を持つ。本稿では t-Room に導入したリモコンの構造、ミドルウェアの拡張、リモコンを用いた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[3]、ClearBoard[1]、Agora[6]、VideoArms[2] 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対面環境に近いレベルで共有することを可能にした [7]。さらに、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。また、過去の録画と再生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 [4]。

t-Room は柔軟なミドルウェアにより、過去の t-Room の様子や Web 上のビデオなど様々なコンテン

ツを共有可能であるが、必要な時にそれらのコンテンツを容易に操作する仕組みが不足している。t-Room に表示されたコンテンツをインタラクティブに操作する際、誰がどのような操作を行っているのかを他のユーザも認識可能にすることが、ユーザ間のコミュニケーションを円滑に行う上で重要であると考えられる。そこでインタラクティブな操作が可能なユーザインタフェースとしてリモコンを導入した。リモコンの導入により、様々なコンテンツを活用した円滑なコミュニケーションが期待でき、またコンテンツ自体の再利用性も向上するだろう。

次に、コンテンツの操作方式について議論する。コンテンツを操作する最も単純な手法として、リモコン装置の複数のボタンにコンテンツ操作の機能を割り当てる手法が考えられる。しかし、この場合リモコンのボタンを押下したという様子は他のユーザが認識しづらいため、誰がどのような操作を行ったかを認識することが困難となる。また、誰がどのような操作を行ったかを t-Room 上に文字等で表示したとしても、その情報が表示されるのはボタンが押下された後であるため、操作を行おうとしている予備動作を認識することができない。

そこで、以下のような手法でコンテンツ操作を行うことが有効であると考えられる。まず t-Room 上にボ

タン等の操作用インタフェースを表示する。リモコン装置でポインタを移動し、ボタン等の操作用インタフェースにポインタを合わせ、リモコン装置のボタンをクリックすることで t-Room の操作を実行する。本手法により、ユーザがポインタをボタンに向けて移動したり、ポインタをボタン上に重ねたりするといったような予備動作も視覚的に認識可能になる。本手法を実現するためにリモコンが備えるべき要件を以下に挙げる。

- マルチユーザ

1 つの t-Room には複数ユーザが同時に入ることができる。そのため操作を行うユーザは特定の 1 人であるとは限らない。そこでリモコンを複数ユーザが同時に利用可能である。

- マルチロケーション

t-Room は多地点の遠隔地のユーザとのコミュニケーションが可能である。そこで、遠隔地間のユーザが同時にリモコンを利用可能である。

- ポインタ機能

t-Room 上に表示される操作用インタフェースに対してリモコンでポインタを合わせるためには、t-Room のどの場所からでも、t-Room のどの場所でも指せなければならない。また t-Room 中の指した場所にポインタを表示し、ポインタを遠隔地間で共有する必要がある。

- ボタンアクションの同期

共有されたコンテンツの再生や停止などの操作は、遠隔地間で同期的に実行されなければならない。そこで、リモコンでコンテンツの操作を行うためには、リモコン装置のボタン押下などのアクションを共有し、遠隔地間で同時にアクションが実行されるようにしなければならない。

本稿では、2 章においてこれらの要求を満たすマルチユーザマルチロケーションリモコンについて述べ、3 章において、t-Room のコンテンツを遠隔地間でインタラクティブに操作するアプリケーションについて述べる。

## 2 t-Room におけるマルチユーザ・マルチロケーションリモコン

### 2.1 ポインタ表示機能の実装

図 1 にポインタ表示機能のシステム構成を示す。ここでは、t-Room A と t-Room B にいるユーザーそれぞれがそれぞれリモコン A とリモコン B を動かす、そのリモコンが指し示した場所にポインタを表示する状況をあらわしている。実際の t-Room はディスプレイで空間を円柱状に囲む構造であるが、本システム構成図ではディスプレイを横に並べた展開図として表現している。

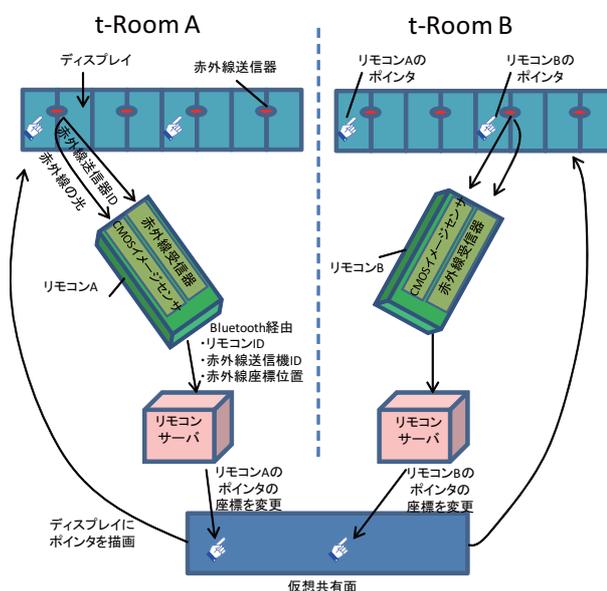


図 1: ポインタ表示機能のシステム構成

t-Room のディスプレイの各縁に一台ずつ赤外線送信器が配置されている。赤外線送信器はその送信器の ID 情報を常時発信している。リモコン装置には CMOS イメージセンサと赤外線受信器が組み込まれており、CMOS イメージセンサは各赤外線送信器の発する赤外線を受光し、その赤外線送信器の位置を取得する。同時に赤外線受信器は赤外線送信器の発する赤外線から ID 情報を取得する。そしてリモコン装置は、赤外線送信器の位置と ID の情報に加え、自分のリモコン ID の情報を Bluetooth によりリモコンサーバへ送信する。リモコン装置のボタン押下の情報も随時 Bluetooth でリモコンサーバへと送信される。

リモコンサーバは、リモコン装置から情報を受信すると以下の処理を行う。まず、赤外線送信器 ID、赤

外線位置, リモコン ID の情報から, t-Room のどの箇所をどのリモコン装置が指しているかを計算する. 次に, あらかじめ仮想共有面に配置したポインタ画像の座標を, 対応するリモコン装置が指し示している座標へと移動させる. t-Room のミドルウェアはその命令を受け取り, 他地点の t-Room ディスプレイの該当座標にポインタ画像を描画する. 1 台の t-Room に 1 台のリモコンサーバを設置し, Bluetooth 経由で複数のリモコン装置を接続する. 1 つの t-Room 内でのリモコン装置の識別はリモコン ID で行う. 仮想共有面に配置するオブジェクトには固有の ID が必要なので, 各ポインタ画像の ID を t-Room の ID+リモコン ID とし, ポインタ画像の ID が遠隔地間で重複しないようにしている. 各リモコンサーバは仮想共有面のポインタ画像を他 t-Room のリモコンサーバと独立に移動することができる.

## 2.2 赤外線送信器の設置

赤外線送信器の取り付け間隔は, 以下の点を考慮して決定される. まず, 必ず t-Room のどこを指しても座標を一意に決定できるように, リモコンデバイスがどこを向いても少なくとも一つの赤外線を受光する必要がある. 次に, リモコン装置に内蔵された赤外線受信器の ID 取得プログラムの制約から, 複数の赤外線送信器の ID を一度に受信することができないため, 複数の赤外線を同時に受信しない間隔にする必要がある. このように赤外線トランスミッタの間隔は, t-Room の直径, ディスプレイの大きさ, リモコンデバイスの CMOS イメージセンサの視野角などに影響を受ける. 現在の t-Room は, 65 インチの縦置きディスプレイを 8 台によって円柱状に囲んだ構成となっており, その直径は約 240cm である. これらの条件を踏まえて, 二つのディスプレイの間に一つの赤外線送信器を配置している.

リモコンデバイスで指し示した箇所にポインタが表示され, 具体的な箇所を指し示すことができるようになったことで, ユーザが指し示している箇所を正確に認識することが可能になった.

## 2.3 ミドルウェアの拡張

t-Room では現在の遠隔地の様子, 過去の t-Room の様子, PC のデスクトップ画面など様々な情報を共有可能であるが, これらは全て仮想共有面に対するオブジェクトの配置により実現されている [7]. つま

り t-Room の操作とは, 仮想共有面に配置されたオブジェクトのパラメータ値を動的に変更することを意味する. 動的な変更が可能なパラメータには, オブジェクトの座標, 形状, 透明度, 時刻などがある [5]. t-Room ミドルウェア上でポインタ画像のオブジェクトに対するリモコンのボタン押下の情報を共有するため, 仮想共有面上に配置されたオブジェクトのパラメータを動的に変更するミドルウェアの機能を拡張して, オブジェクトの任意のパラメータの変更を可能にした.

次に, 図 2 に示すイベント管理サーバを設けた. 本サーバは仮想共有面に配置された各オブジェクトのパラメータ値を常時モニタし保持する機能を持つ. アプリケーションを作成するユーザは, あらかじめ Ruby 言語により記述されたイベントスクリプトを本サーバに登録しておく. すると本サーバはイベントスクリプトからイベントの発生条件とイベントの実行内容を解釈する. 常時モニタしている仮想共有面の情報がイベント条件を満たせば, その時点で自動的にイベントが実行される. イベントの発生条件は, 仮想共有面のオブジェクトのパラメータ値を用いて記述される. 例えば特定のオブジェクトが特定の座標内に存在している場合や, 特定のオブジェクト同士が重なり合っている場合といった条件が記述可能である. またイベントの実行内容はパラメータ値の変更である. 例えば動画コンテンツの再生を開始したり一時停止したりするといった実行内容が記述できる. このようなミドルウェアの拡張によって, ポインタをボタン等に合わせてリモコンデバイスのボタンをクリックすることで t-Room の操作を実行するといったアプリケーションが構築可能になった.

## 3 アプリケーション

本章では, 2 章のリモコンを用いたアプリケーション例として, t-Room 内に配置された過去の t-Room の様子と Web 上のビデオの再生操作を行うアプリケーションについて述べる.

本アプリケーションで再生される過去の t-Room の様子を図 3 に示す. ここではローカルのユーザ 2 人と遠隔地のユーザ 1 人が t-Room でコミュニケーションを行っている. この過去の t-Room の様子と Web 上のビデオという二つのオブジェクトをリモコンにより制御するために, 仮想共有面には以下の 7 つのオブジェクトを配置した.

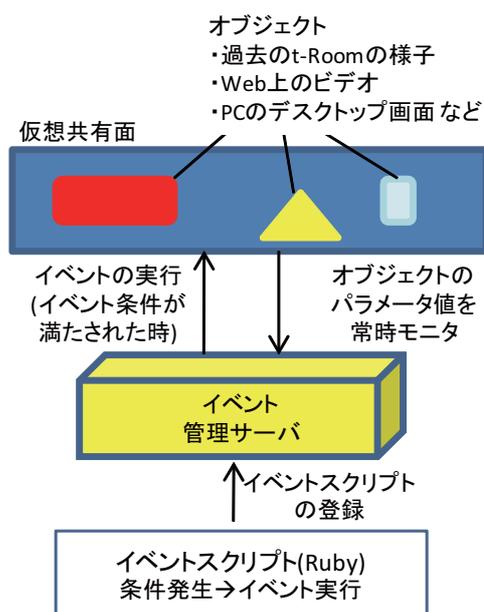


図 2: イベント管理サーバ



図 3: 過去の t-Room の様子

- 遠隔地の現在の映像
- 過去の t-Room の様子
- 過去の t-Room の様子の操作ボタン群
- Web 上のビデオ
- Web 上のビデオの操作ボタン群
- ローカルユーザのポインタ画像
- 遠隔地のユーザのポインタ画像

操作ボタン群は、図 4 のように、10 秒前へ移動、開始、一時停止、停止、10 秒後へ移動、操作対象確認といったボタン画像からなる。イベント管理サーバには、ポインタ画像がこれらのボタンと重なった時にそれぞれの再生制御が行われるようにイベントスクリプトを登録した。ここで操作対象確認ボタンとは、

そのボタン群の操作対象のコンテンツを確認するためのボタンである。このボタンをクリックすると操作対象のコンテンツ以外が非表示になる。t-Room のように複数のコンテンツを重畳可能な環境では、操作したいオブジェクトを確認する機能が非常に有用である。

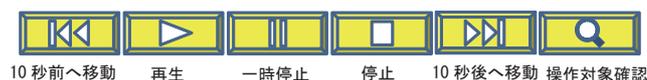


図 4: 再生用ボタン群

図 5 は上記のオブジェクトが配置された t-Room の様子である。左側のボタン群は過去の t-Room の映像の操作作用であり、右側のボタン群は Web 上のビデオコンテンツの操作作用である。ユーザがリモコン装置を動かし、操作ボタン群の 1 つにポインタを合わせ、リモコン装置のボタンを押下することで、オブジェクトが操作される。



図 5: リモコンによる再生操作の様子

## 4 おわりに

本稿では、t-Room に導入したマルチユーザ・マルチロケーションリモコンについて述べた。

t-Room においてリモコンを利用することで、以下のような利点が明らかになった。t-Room はディスプレイを背にして立つため、ユーザの後ろ側に表示されたオブジェクトは視界に入らないため気づきにくいという問題があった。しかし、例えばローカルユーザの背面ディスプレイに表示されたボタンを遠隔地のユーザが操作する時に、ローカルのユーザが遠隔地のユーザの映像を見ることで、自分の背面の

辺りを操作中であることが認識できるようになった。リモコンを用いることでユーザの視野に入っていない箇所に注意を向けることにも効果的であるといえるだろう。

以下に今後の課題を挙げる。複数のユーザが操作を行う際に問題となるのが操作権である。現在の実装では、複数のユーザは好きなようにコンテンツを操作できる。しかし、たとえばあるボタンを押したユーザに、特定の期間そのボタン群の操作権を与えるなど、操作権を柔軟に設定可能にする必要がある。

またリモコンを t-Room の過去の様子の検索用インタフェースとすることも検討中である。蓄積された過去の様子の効率的な呼び出しと操作を可能にすることで、過去の記録の再利用性が上がると考えられる。

#### 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] Tang, A., Neustaedter, C., Greenberg, S. VideoArms: Embodiments for Mixed Presence Groupware. *People and Computers XX Engage*, Springer London, pp. 85–102, 2007.
- [3] Tang, J. C., Minneman, S. L. VideoDraw: A Video Interface for Collaborative Drawing. *Proceedings of CHI*, pp. 313–320, 1990.
- [4] 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.
- [5] 梶克彦, 平田圭二, 原田康徳. t-Room の仮想共有面と過去再生機能を用いたアプリケーションについて. 第 7 回情報科学技術フォーラム, 2008 (to appear).
- [6] 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. 情報処理学会論文誌, Vol. 45, No. 1, pp. 300–311, 2004.
- [7] 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.