

## ネットワーク共有空間での人間の動きによる描画と演奏

木原 民雄\*, 藤井孝一\*\*, 中村理恵子\*\*\*, 安齋利洋\*\*\*

\*NTT情報通信研究所, \*\*ミュージシャン, \*\*\*アーティスト

ネットワーク接続された共有空間において、観測空間内の移動や身振りによって、複数の人間が描画と演奏をリアルタイムに同時に行うことが可能な表現システムを構築した。複数の観測空間はネットワークによって遠隔共有され、移動や身振りに描画や演奏の内容を変化させる意味を持たせることを特徴とする。利用方法は簡単であり、多くの教示をする必要がない。このシステムによって、人間の動きと描画と演奏が一体となった表現が可能となった。複数の人間の協調利用も可能である。このシステムの構成法を明らかにするとともに、実際に実験を行った複数の事例を示し、利用者の行動内容や成果物についてその結果を考察した。

## Painting and Making Music with Movement of Users in Networked Shared-Space

Tamio Kihara\*, Koichi Fujii\*\*, Rieko Nakamura\*\*\*, Toshihiro Anzai\*\*\*

\*NTT Information and Communication Systems Laboratories, \*\*Musician, \*\*\*Artist

In networked shared-space, newly developed creative system is that several participants can create CG paintings and make music at the same time with 3D movement of them. Some realtime tracking spaces are networked in remote. People can change the effects in painting and making music. Anyone can use the system. It isn't necessary to teach them how to use. Using the system people can create the titles with the 3D movement of them. Distantly related participants also can use the spaces at the same time. We are attempting to present that architecture and the case study of our experimental installation. Our intention is to represent clearly particulars that activities and titles from the system.

### 1. はじめに

ネットワーク接続された共有空間において、観測空間内の移動や身振りによって、複数の人間が描画と演奏をリアルタイムに同時に行うことが可能な表現システムを構築した。複数の観測空間はネットワークによって遠隔共有され、

移動や身振りに描画や演奏の内容を変化させる意味を持たせることを特徴とする。利用方法は簡単であり、多くの教示をする必要がない。このシステムによって、人間の動きと描画と演奏が一体となった表現が可能となる。複数の人間の協調利用も可能である。このシステムの構成法を明らかにするとともに、実際に実験を行っ

た複数の実施事例を示し、利用者の行動内容や成果物についてその結果を考察する。

## 2. 目的と特徴

本システムは、

- (1) 描画と演奏が同時にできる表現システム
- (2) ユーザが身体を使って広い空間を走り回ってペイントすることができるキャンパス
- (3) マルチユーザで仮想的な創作空間のネットワークによる共有
- (4) 大勢の観客が同時に見て楽しめる環境

を実現することを目標とした。

これらの機能を実現するために、特に次の要求を満たす必要がある。

- (1) リアルタイムで複数の動体対象を追跡することができること。
- (2) 各ユーザが描画する描画要素を1枚の絵に統合することができること。

このために、カラートラッキングシステムを導入し、サーバ/クライアント構成のペイントソフトウェアを開発した。同時に、ネットワーク共有できるジェスチャ空間を構成した。入力系として、ジェスチャ・インタフェースとサウンド・インタフェースを実現した。

## 3. システム構成

私たちはこれまでに、上記目的のための創作システムを構築してきた。様々な派生的形態が

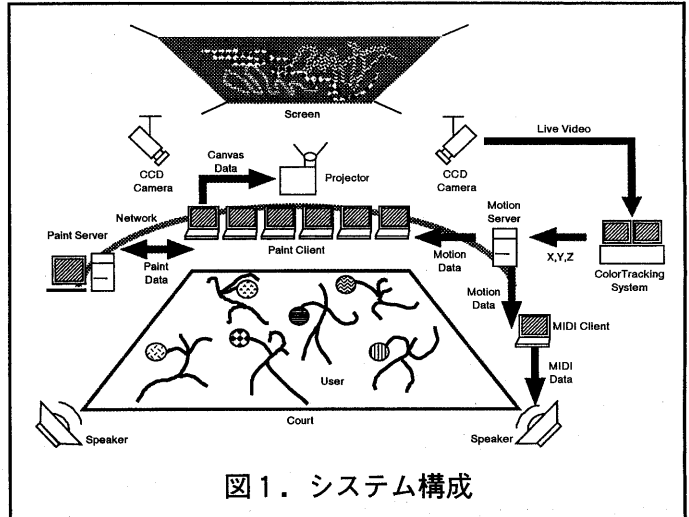


図1. システム構成

存在するが、以下に基本的なシステム構成の概略を示す(図1)。

### (1) 動作情報の入力

2台のビデオカメラを入力装置とするカラートラッキングシステムは、映像中の特定の色について、その面重心をリアルタイムで算出し、X、Y、Zの3次元の座標値として出力する。ジェスチャ・サーバはこのデータを正規化しペイントクライアントへ送る。

ユーザには、トラッキングの対象となる色のついたカラーボールを持ってもらう(写真1)。これをマーカと呼ぶ。各ユーザにそれぞれ違う色を割り当てることで、同時に6人までのユーザを追跡することができる。カラーボールは空気封入式で軽く、2つの握手が付いている。両手を使えば、小さな子供でも容易に支持できるようになっている(写真4)。

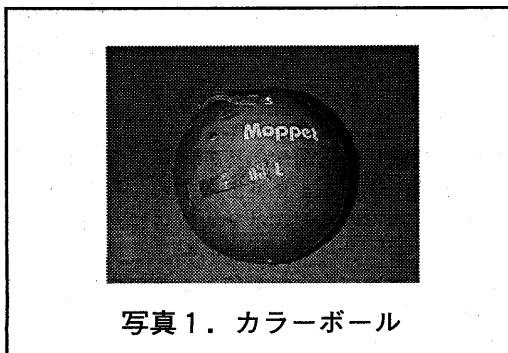


写真1. カラーボール

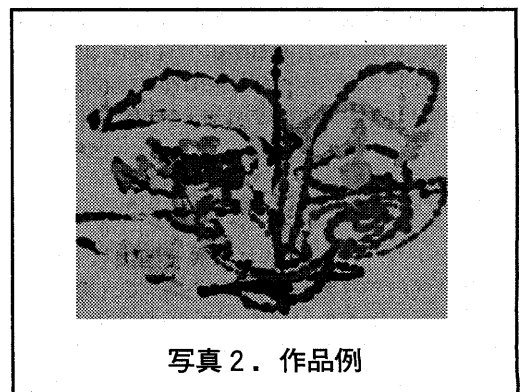
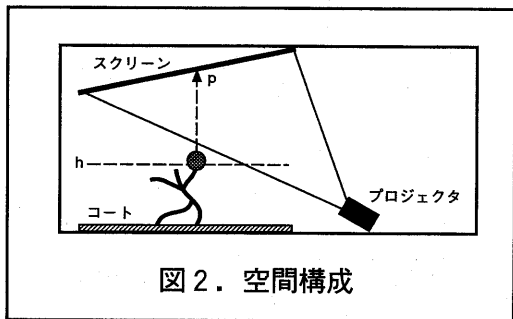


写真2. 作品例



## (2) ペイントソフトウェア

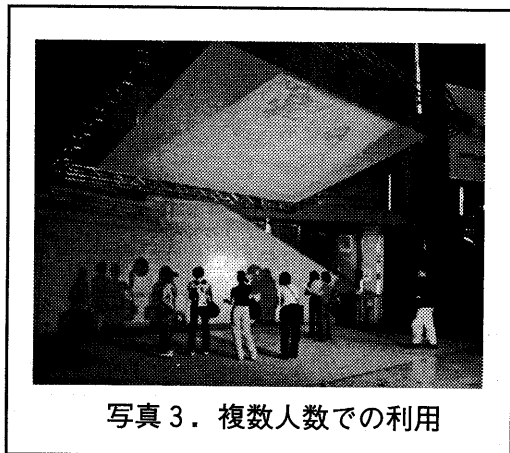
ペイントクライアントは、通常の四角いキャンバスを持つペイントソフトウェアである。ジェスチャ・サーバからのデータを入力にできる。

ペイントサーバはペイントイベントのリフレクタであり、ネットワーク接続されている各ペイントクライアントの描画要素を統合し、1枚に合成された絵を逐次ペイントクライアントに送り返す。ペイントクライアントのキャンバスは、全て同じ状態が維持される。これにより、仮想的なキャンバスがネットワークにより共有されている状態が実現できる。

## (3) ジェスチャ空間の構成

ユーザが四角いコートの上で走ると、その動きがそのまま四角いキャンバスの上の筆の動きになる。本システムによって描画した作品例を示す(写真2)。各作品の横幅は、約6mの長さのコートに対応する。端から端まで線を描くには、それだけの距離を走る必要がある。

ユーザの描画の様子を見守る観客は、コートから離れたプロジェクタの後方に位置する。ユーザが描いている絵は、天井のスクリーンに投影される。ユーザは、このスクリーンの映像を見ながら走り回ることによって描画する(図2)。この空間をジェスチャ空間と呼び、複数あってもよい。ネットワーク接続された複数のジェスチャ



空間は、座標軸の適合と縮尺の調整が行われ、仮想的に一つの空間を共有する<sup>[46]</sup>。本システムでは、ジェスチャ空間が1つであっても、各ユーザは個別のクライアントと対応しており、ネットワーク接続された仮想空間を共有していることになる(写真3)。

## 4. ジェスチャ・インタフェース

本システムでは、ジェスチャ・インタフェースを実現した。複数ユーザの3次元空間内の動きによって、ペイントを行うためには、主に次の2点の手続きが必要になる。

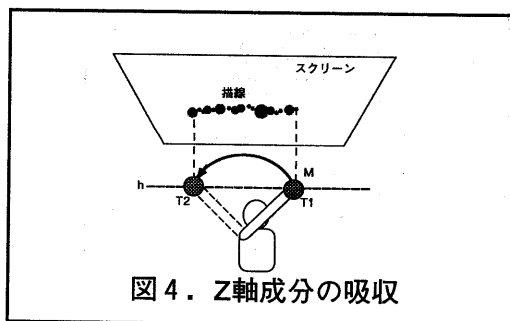
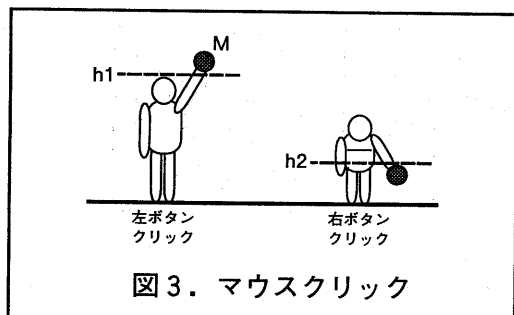
- ・マーカの3次元空間内の動きをペイント・クライアントの2次元のキャンバスにマッピングする。

- ・マーカの3次元空間内の動きによって、マウスクリックに相当するイベントを発生させる。

以下に、その実現形態を示す。

### (1) マウスクリック

本システムでは、マーカの空間的な上下動によって、マウスイベントを発生させた(図3)。



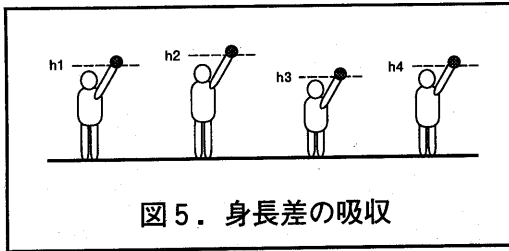


図5. 身長差の吸収

マーカMがZ軸の閾値h1以上に上げられたとき、左ボタンのクリックのイベントを発生させる。この状態のとき、筆によって描画が可能になる。また、マーカMが閾値h2以下に下げられたとき、右ボタンのクリックのイベントを発生させる。これによって、メニュー表示やツール選択を可能にすることもできる。

(2) Z軸の吸収

ペイントソフトウェアのキャンパスにマッピングする方法として、単純にZ軸を無視してX座標とY座標のみを利用した(図4)。ユーザが上方に向かって手を伸ばし、T1において閾値hを越えると描線が始まる。このとき対応するX、Yの座標にインクが落ちる。T2において閾値hより下がると描線が終わる。このhを調整することによって、天空に向かって自然に描画する演出が可能になる。この場合、インクは直上のスクリーンに落ちるため、プロジェクタで投影されたキャンパスに筆の位置を示すマウスカーソルを表示する必要がなくなるという利点もある。ユーザにとって直感的に認識しやすい(図2)。

(3) 身長差の吸収

複数のユーザが描画するとき、より違和感の少ないジェスチャ・インタフェースを実現するためには、マウスイベントを発生させる閾値をユーザ毎に設定する必要がある(図5)。この設定にあたっては、コートを移動し動作している



写真4. 身長差の吸収

ユーザの動きを取得し、例えば最も身体を上方に伸ばした地点の0.8の高さを閾値に設定するなどの手順で行う(写真4)。

(4) 色の選択

描画においては、筆の色を変更する必要がある。このためにコート上に「仮想的なインク壺」となる領域を設定し、これにそれぞれ赤、青、緑などの色に対応していることにする(図6)。ユーザがマーカをこの領域に進入させ、右ボタンのクリックのイベントが発生すれば筆の色が変化する。そのままマーカを上方に向けて移動すればその色の筆で描画できる。

5. サウンド・インタフェース

本システムでは、複数のユーザの動きに対応して音がなる。ジェスチャ・サーバから以下のパラメータをリアルタイムで取得しサウンドトリガを発生させる。

- ・X座標, Y座標, Z座標.
- ・X軸方向速度, Y軸方向速度, Z軸方向速度

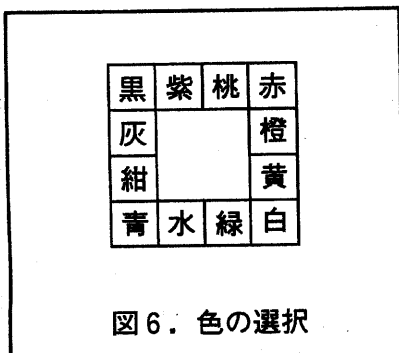


図6. 色の選択

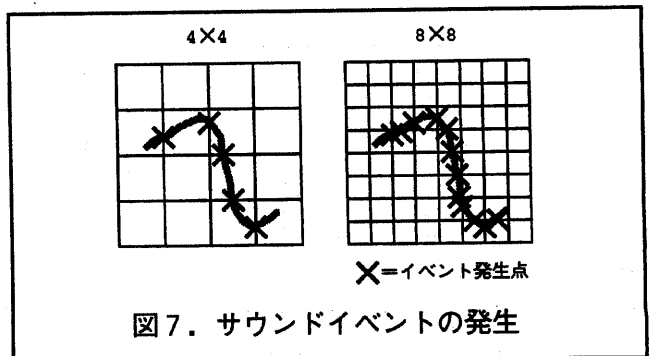


図7. サウンドイベントの発生

このトリガによりMIDIイベントをシンセサイザに伝えることでサウンドが発生する。マーカのスピードやコート上の左右の動き／前後の動きに対し、パンやボリュームや音程や音色の変化といった割り当てが可能である。

例えば、各マーカに対しては、次の音・メロディ（主旋律）、メロディ（対旋律）、コード（長音）、コード（リズム）、ベース、パーカッションを個別に割り当てる。これにより、各ユーザがそれぞれのサウンドのパートを受け持つことができ、数人でアンサンブルを行っているような演出が可能となる。

サウンドトリガは、マーカがコートを分割したグリッドを通過する時に発生させる（図7）。例えば、 $\Delta=120\text{bps}$ をベースにし、各筆のMIDIイベントは、500ms、250ms、125ms単位に調歩同期して発生させる。これにより、全体のビートの発生が調和する。

また、マーカの速度がある閾値以上のときにMIDIイベントが発生するようにすれば、仮想的な弦を弾いたときに音が鳴っているといった演出も可能である。

## 6. 実験事例

### 6. 1 沖縄バージョン

#### (1) 実施内容

1997年6月沖縄県宜野湾市で開催された「'97マルチメディアフェア沖縄」にて展示を行った。2日間実施した。

#### (2) 新規機能及び改善項目

沖縄をテーマにして三味線の音色をシンセサイザに登録した。サウンドトリガ発生用のグリッドの細かさを設定し変化できるようにした（図7）。

#### (3) 利用内容

主に幼児から小学生程度の子供が利用した。また、車椅子による利用が行われた。

### 6. 2 Ars Electronicaバージョン

1997年9月オーストリアのリンツで開催された「Ars Electronica Festival 97」<sup>1)</sup>にて展示を行った。4日間実施した。

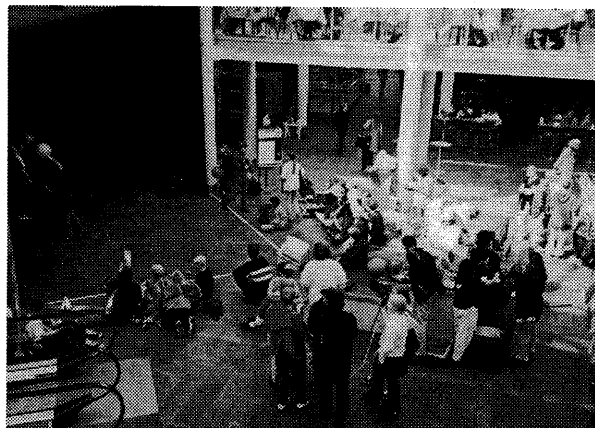


写真5. ショッピングモール

#### (1) 実施内容

ショッピングモールに創作空間を設置した（写真5）。周囲はカフェ、レストラン、ブティックといった通常の商業空間であった。

#### (2) 新規機能及び改善項目

スピードによるサウンドトリガ機能を実現した。サウンドトリガを直接ジェスチャ・サーバから生成するようにし、応答速度を高速化した。

#### (3) 利用内容

コンピュータ・アートのアーティストや現地の子供による利用や、車椅子による利用が行われた。

## 7. 考察

### 7. 1 オープンスペースでの利用

例えば、ショッピングモールでの利用は、創作するユーザと、それを見る観客の立場の境界線を曖昧にする。どこからが、創作のための特殊な空間であるかを問うこと自体に意味がない。観客もカフェでお茶を飲みつつ描画を眺め演奏を聞いていた（写真5）。今後は、生活に溶け込んだ創作空間が社会的に重要になると考えられる。

### 7. 2 車椅子による利用

本システムのジェスチャ・インタフェースは、車椅子による利用が容易にできることが確認できた。このとき、マウスイベントを発生させる閾値の高さを下げた。ユーザは、車椅子上でカラーボールを手に持ったり、カラーボールを足

にベルトで固定したりして描画演奏する。キャンバスが大きいことにより、大まかな動きしかできなくても、相対的に細かな描画表現ができてしまうという効用があった。

### 7. 3 機能の発見と利用法の探索

一般の人々が創作システムを利用する場合、説明が不必要であることは重要である。リンクでは、ドイツ語が共通語であり、ドイツ語を理解しない私たちは、必然的に言語による利用法の教示は行わなかった。それにも関わらずユーザらは、自然に様々な機能を使いこなすようになったと考えられる。参加者と観客が入れ替わり立ち替わり抵抗なく創作を行う環境が構築できた。ユーザらは、大抵の場合、それ以前に利用していたユーザの様子をみて、利用法を簡単に学んだ。発見と探索の例は以下の通り。

(1) 描画の色を変化させるインク壺の色の種類を発見する。どの位置に何色のインク壺があるか予め示さなくとも、利用しているうちに判明してくる。

(2) マーカの動きによる音の変化の仕方を発見する。しかし、この理解にはある程度の時間がかかる。特に、音の変化に偶然性の要因を混ぜると理解が難しくなる。

(3) 共有空間において必ず協調作業が行われるとは限らない。大抵のユーザは最初に非協調的な振る舞いをする。協調を意識した複数のユーザにもユーザがお互いの姿を見たり、話し合いながら創作を進める場合(直接協調)と、スクリーンの描画の様子のみを見て創作を進める場合(間接協調)があり、その内容は単純ではない。

(4) ジェスチャ・インタフェースによれば、カラーボールを持ってダンスをしたり、バレーボールのポルトスのような動きによっても描画演奏できる。このとき2つ以上のカラーボールを一人で使っても良い。ある種の運動と描画演奏が一体化した行動ができるわけだが、これを初めて始めるには主体的な発想が不可欠である。

ここでは練習と本番の区別はない。習熟したユーザとそうでないユーザが混在した創作空間では、ノウハウの移転が創作中に次々に行われる。定式化された利用法ばかりでなく、時間をかけて新しい利用法を発見していくことは重要である。様々な利用方法加わることによって道具としての利用価値が高まると考えられる。

### 8. おわりに

本システムにより実際に実験を行った複数の実施事例を示し、利用者の行動内容や成果物についてその結果を考察した。今後は、より深いネットワーク・コミュニケーションが可能となる創作システムとなることを目指して、改善を加えていきたい。

### 謝辞

この研究活動は、当初、NTTインターコミュニケーション・センター推進室(NTT/ICC推進室)が中心となって企画制作した「Moppet連画ワークショップ」において実験が進められた<sup>[5]</sup>。コスチューム制作は牧野純子さん、インタフェース制作は森脇裕之さんが担当し、大和田龍夫さんが企画運営にあられた。その後、岐阜県立国際情報科学芸術アカデミー(IAMAS)、NTT沖縄支店、オーストリアのArs Electronica Centerの協力を得て制作が進められた。実験に協力してくださったみなさんに深く感謝致します。

### 参考文献

- [1] 木原民雄, 中村理恵子, 安斎利洋, 草原真知子, 三浦史光, 佐藤哲司, 「連画コミュニケーションシステムの基本構成」, マルチメディア通信と分散処理ワークショップ, 1995年10月。
- [2] 木原民雄, 安斎利洋, 森脇裕之, 寺中勝美 「子供連画のためのMoppetペイントシステム」, マルチメディア通信と分散処理ワークショップ, 1996年10月。
- [3] 木原民雄 「Moppet連画ワークショップ」, 季刊インターコミュニケーションpp142-145, NTT出版, 1997年1月。
- [4] 木原民雄, 藤井孝一, 安斎利洋 「Moppetネットワークペイントシステムの入出力インタフェース」, 情報研報97-DPS81-6, 1997年2月。
- [5] 「Moppet連画」, ICCコンセプトブックpp172, NTT, 1997年4月。
- [6] 木原民雄, 鈴木宣也, 安斎利洋, 大和田龍夫 「ネットワーク接続型マルチユーザ3次元映像創作システムの構築」, DiCoMoワークショップ, 1997年7月。
- [7] 安斎利洋, 木原民雄, 藤井孝一, 森脇裕之, 鈴木宣也, 中村理恵子, 「Moppet」, cyberarts Prix Ars Electronica 97, 1997年。