

「デジタルメディア作品の制作を支援する基盤技術」

平成 16 年度採択研究代表者

廣瀬 通孝

(東京大学大学院情報理工学系研究科 教授)

「デジタルパブリックアートを創出する技術」

1. 研究実施の概要

本研究プロジェクトでは、パブリックアートの領域にさらに高度なメディア技術を持ち込み、より豊かな表現の可能性をもとめることによって、「デジタルパブリックアート」とでも呼べる新しいメディアアートのジャンルを確立することを目的とし、さらにその基盤となるような技術を開発することを目指している。

本プロジェクトでは、パブリックアートの魅力を (1) ある種のコミュニケーション空間を作り出す空間性、(2) 彫刻などの有する実体としての迫力と存在感、(3) 自己参加による作品への興味の向上の 3 点であると分析し、まずはそのおのおのについて基盤技術の整備と表現手法の探索を研究テーマとして掲げることとした。

「空間」: 「空間」の広がり感や開放感を現実の 3 次元空間の中で演出できるディスプレイシステムを開発する。(a)制御された細かいオブジェクト(たとえば泡、顆粒、煙など)によって 3 次元空間に任意のパターンを生成することのできる空間充填型ディスプレイの開発、(b)大空間の任意の場所に映像を投影することのできる実空間分散型ディスプレイの開発とこれらを統合的に制御する協調技術の開発をおこなう。

「実体性」: 実体型ディスプレイの開発を行うことを目標とする。(a)高精細度の空間走査型ディスプレイの開発、(b)遭遇型力覚ディスプレイを改良した、物としての存在を有する実体形状ディスプレイの開発を行う。

「自己参加」: デジタルパブリックアートへの自己参加を支援する技術として、大空間における集団「We」のセンシング技術を確立する。(a)集団をセンシングして、個々の動作から集団全体の統計的な状態まで様々なレベルで認識するシステムの構築と、(b)その情報をもとに主に屋外環境で個々の人物映像を抽出するシステムの開発を行う。

今年度は、以上の 3 つをサブテーマに基づいて、基礎技術の提案と実証実験を行った。今後、並行してこれら相互の有機的統合によるメディアアートの支援の検証を行う。具体的には、研究期間を通じてサブテーマの技術を集約することで実証的な作品制作を行い、技術の評価と技術開発へのフィードバックを行う。最終的に実験的なパブリックアートの設置スペースとして小規模な公園を想定している。

2. 研究実施内容

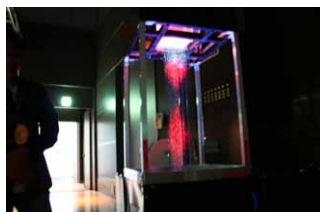
本研究プロジェクトの目的は、メディアアートをパブリックアートへと進化させるために必要な基盤技術の研究開発を行うことである。パブリックアートの特徴づける「空間性」、「実体性」、「自己参加」の3要素それぞれを重視した技術開発を行っている。最終的にはこれらの3つの技術を統合し、将来的には自然現象と人との関係のように人・情報・環境が織りなす新しいメディアアート作品への展開を試みる。今年度は、未来館でのデモ展示、19年度の大規模な展示に向け、公共空間での展示に耐えうる大型化・頑健性の向上やデジタルパブリックアートならではのコンテンツの開発・検討を行った。

「空間性」

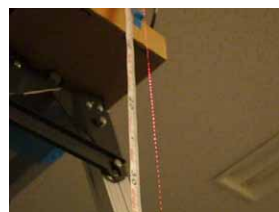
(a) 空間充填型ディスプレイ

空間に単純な機能を持つ小物体を拡散させ、各々の発光あるいは照明光の反射を個別に制御することで、3次元空間に形状を表現するディスプレイを実現する。これを可能にする小物体の拡散方法と空間選択的に機能させる仕組みとして水滴を利用する手法と液晶フィルムを用いて影を作り出すディスプレイを提案する。また、このようなディスプレイに適したコンテンツの開発を行う。今年度の研究成果を以下にあげる。

- (1) 外部照射型の空間充填型ディスプレイとして水滴を用いた3次元ディスプレイを構築し、未来科学館の“予感研究所“展,”インタラクティブ東京 2006”で展示を行った。
- (2) プロジェクタを光源とする水滴を用いた3次元ディスプレイの大型化に関する検討を行った。
- (3) 表現力の向上と公共空間での実用を目的とし、液滴を規則的に落下させる機構とレーザダイオードを用いることで一滴のみを選択的に照射し高精細の描画を行うことが出来る水滴を用いた大型の空間充填型ディスプレイについて基礎検討を行った。
- (4) 自然光などを光源に用い、高速にオン・オフができる液晶フィルムをフィルタとして使うことで空間選択的に光を透過させて木漏れ日のような効果を出し、影によって文字や図像などを表示可能なディスプレイである“木漏れ日のディスプレイ”を構築した。また、このディスプ



未来館でのデモ



レーザによる水滴ディスプレイ



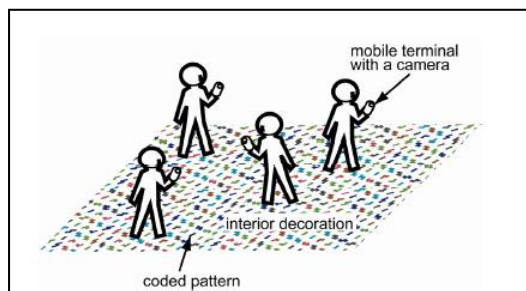
木漏れ日のディスプレイ(「21 世紀の ID」展)

レイを「21 世紀の ID」展にて展示し、実験を進め、インタラクティブに表示する画像を変化させることができる“木漏れ日のディスプレイ”の基礎検討を進めた。19 年度に大掛かりなデモ展示を行うことを検討している。

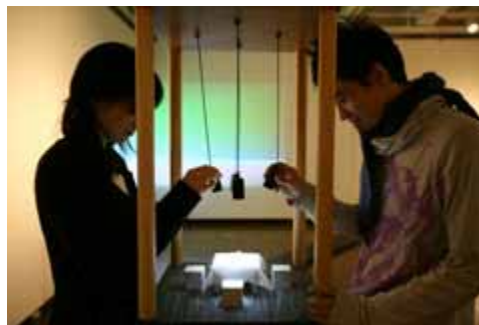
(b)実空間分散型ディスプレイ

環境の中に散在する多数のプロジェクタやディスプレイを利用して、環境全体で統一性のある視覚情報表現を実現する技術を開発する。今年度は実空間にコンテンツを分散配置するのに適したディスプレイシステムとポジショニング技術を新たに提案した。今年度の研究成果を以下にあげる。

- (1) 部屋の内装に位置を表すコードを埋め込むことにより、設置が容易で広域でのポジショニングを行うことができ、安価で周囲の景観を乱さない屋内位置同定システムを構築した。
- (2) 実空間において、多重化可視光通信を用いて情報を付加した光をシステムに対する入力として用い、光をインタフェースとして受光素子のついたオブジェクトとインタラクションを行うシステムを構築した。また、この技術を用いて作品の制作を行い、NHK「デジタルスタジアム」や東京大学制作展”iii exhibiton 6”などで展示を行った。



内装模様を利用したポジショニング技術



可視光通信を利用した光インタフェース

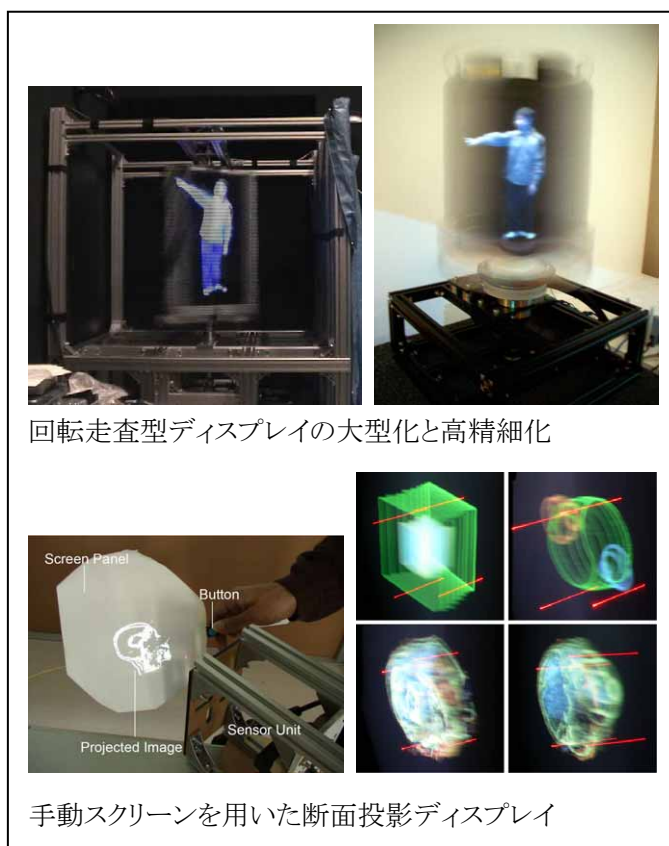
「実体性」

(a)空間走査型ディスプレイ

空間走査によって実空間中に3次元映像を提示するディスプレイを開発する。前年度に引き続き平面ディスプレイと回転機構による手法の高精細化と大型化の検証、またスクリーンをユーザに持たせて走査を行わせる手法を新たに提案した。

- (1) 回転型の空間走査型ディスプレイの大型化をはかり、PDPを2枚使用した等身大の回転ディスプレイを構築した。また、視野角を制限し高い精度で3次元物体を表示する目的で、スリットとレンチキュラレンズを用いた回転型ディスプレイに適したフィルタの設計について検討を行った。さらに、東京大学と筑波大学により遠隔通信を行い、回転型ディスプレイに遠隔地のカメラアレイから送られる人物のアバタを表示するシステムを構築し、遠隔地間の共有の実証実験を行った。
- (2) 直接操作とタンジブルなインタフェースをもつ投影型ディスプレイを検討した。基本的な考え方は、スクリーンをユーザに持たせ、スクリーンの位置姿勢を実時間で計測し、

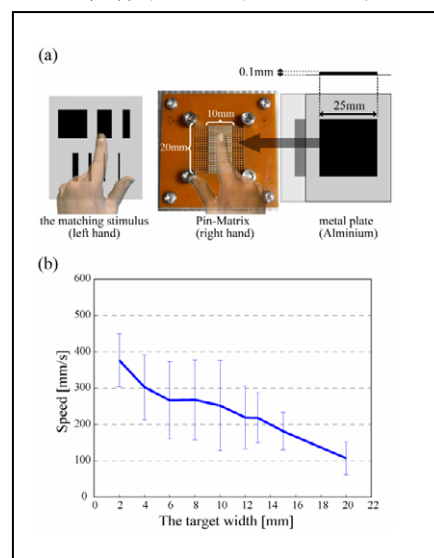
それに応じた映像を提示することで、体性感覚を利用した表現を実現するというものである。映像の更新を十分に早く行うことができれば、スクリーンをすばやく往復運動させると、体積型 3 次元ディスプレイと同じ原理で、残像の効果により立体像を提示できるはずである。断面表示と体積表示の切り替えは単にスクリーンの動かし方を変えるだけであり、直観的な操作が期待できる。今年度は、このような仕組みの実現のためのスクリーン位置の計測手法、位置の計測から映像投影までの時間遅れの補償など、技術的に解決しなければならない問題に取り組んだ。



(b) 形状提示型触覚ディスプレイの基礎技術の研究

これまでに多くの PM 型触覚ディスプレイが提案されてきているが、本研究では皮膚感覚に関して情報を呈示するために更新時間周波数がどの程度必要であるのかについて検討した。更新レートが速いほど多様な触覚呈示ができる可能性があると考えられるが、一方で触覚呈示を第一目的とするならば人の検出域をはるかに超えるほどのハードウェアを製作する必要はないと考えられる。

本研究ではテクスチャの形状に合わせて上下動するパッシブなピンマトリクスを使用して、その下にリニアステージによって速度制御されたテクスチャ動かして理想的な高密度ピンマトリクス型触覚ディスプレイをバーチャルに実現した。本実験では、ピンマトリクス越しに移動するテクスチャの速度と知覚される幅の関係を明らかにした。結果、移動している刺激形状が同じであっても、速度の違いによってピンマトリクス越しに知覚される形状の幅が狭くなることがわかった。先行研究として、人間が日常生活の中で動かす腕の速度は 50-200 mm/s 程度であることが示されており、その知見と一致する結果であった。



「自己参加」

(a) 広域・集団センシングシステム

カメラで撮影された映像の中から集団の行動を実時間で抽出・解析し、また、行動の履歴を蓄積することで動的な人とアート作品のインタラクションを実現することを目的とする。今年度の研究成果を以下にあげる。

- (1) 個人識別のための新しい試みとして、参加者が持ち歩ける個人の特徴的な“オブジェクト”を登録し、個人の特有のチケットとして利用する実体型匿名 ID のデモシステム展示を未来科学館の“予感研究所”展にて行った。
- (2) 屋内での多数センサによる行動の記録・検索・解析・要約。ユビキタスホームにおける体験データの取得と処理を進め、インタラクティブ検索システムを構築した。
- (3) 展示会場内での画像特徴量のみを用いた行動履歴展示システムを構築し、未来科学館の“65億人のサバイバル”展にて、展示し、実験を進め、改良を加えながらの公開を行った。
- (4) 柏キャンパス前の公道で、屋外無線 LAN を通信基盤として構築した多数カメラシステム(集団行動記録プラットフォーム)を用いて、効率的な映像伝送、人物追跡に関する検討を進めた。

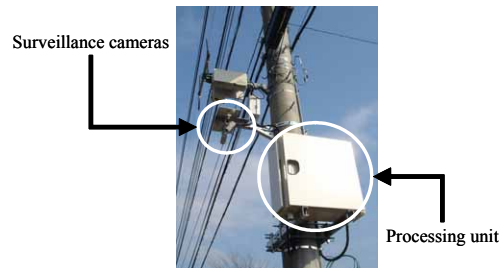
- (5) ウェアラブルセンサで取得した個人行動データを扱うシステムを構築した。
- (6) 実体型匿名 ID と行動記録システムに基づき、個人の特徴によって印刷パターンを変化させる画像ベース ID システム(リーフコード)の基礎検討を進めた。19 年度に大掛かりなデモ展示を行うことを検討している。

(b) 人物映像抽出システム

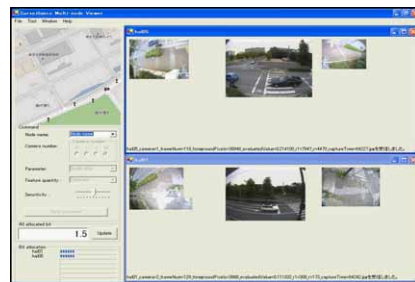
今年度は Thermo-key システムを長時間屋外で稼働させる実験展示を行った。東京大学工学部 2 号館のオープンスペースにおいてカフェの様子を撮影し、現在人物が居る領域に過去の映像を貼り込んで表示させた。“trans-past café”と題したこのシステムは、過去(past)を透かして(trans)見ることができるカフェ(café)を意味している。自らの身体動作で過去にアクセスするこのシステムは、カフェの会話を弾ませることに貢献していた。6 日間に渡る展示を経て、よりロバストな認識手法の必要性が確認され、統計的な手法を用いた新たな処理方式に関する検討に着手した。



オブジェクトベース ID, 展示会場内体験記



電柱に敷設したサーベイランスシステム



多数カメラ映像の伝送、表示



Thermo-key システムの実験展示

(c) 不特定多数のユーザが利用できる入力インタフェース

「不特定多数の人の日常を作品に反映するインタラクティブなメディアアート」として、広く普及しているデジタルガジェットとして JR 東日本の Suica や PASMO の利用履歴をインタフェースとして利用する作品“Sharelog”を制作、未来科学館の“予感研究所“展,”インタラクティブ東京 2006”で展示を行った.”Sharelog“は ICC の常設展示作品として選ばれ、2007 年 4 月より 1 年間の展示が決定している. また、ウェブを紹介することで、自分の過去の行動履歴を振り返ることや、家族や友人と行動の記録を共有するという

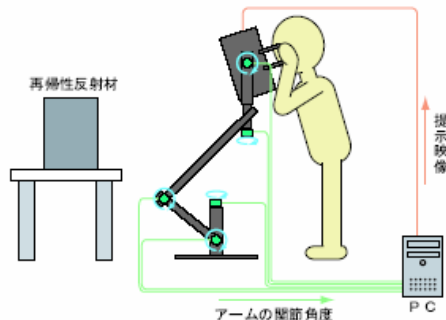


Sharelog.net

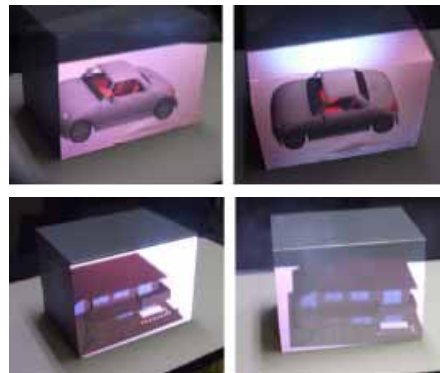
目的で、Suica や PASMO の利用履歴をネットワーク上のサーバーに保存し、ウェブブラウザを通して閲覧することを可能する“Sharelog.net”を構築した.

(d) 再帰性投影技術を用いた頭部搭載型プロジェクタの研究

実体性を重視したメディアアートにおいて、現実世界とバーチャルな世界をシームレスに融合するオーグメンテッドリアリティ（AR）技術は非常に重要である。AR 向け視覚ディスプレイとして、覗き込む方式で現実世界に VR 世界を重畳する立体視可能な 5 自由度両眼 RPT ディスプレイ X' tal Scope を提案し、実機の試作を行った。システムの一例として、車・住宅・人骨の CG を表示するアプリケーションを作製した。視点の位置に応じた適切な画像が表示され任意視点に応じた自然な立体視ができることが確認された。



5 自由度両眼 RPT ディスプレイ



3. 研究実施体制

(1)「先端研」グループ

① 研究分担グループ長: 廣瀬 通孝 (東京大学大学院 教授)

② 研究項目

「空間性」(a) 空間充填型ディスプレイ

- ・ 水滴を用いた空間充填型ディスプレイ(C0-Drop)
- ・ 木漏れ日のディスプレイ

「空間性」(b) 実空間分散型ディスプレイ

- ・ 回転空間走査型ディスプレイ
- ・ 直接操作とタンジブルなインタフェースをもつ投影型ディスプレイ

「実体性」(a) 実空間映像型ディスプレイ

- ・ 内装模様を用いたポジショニング技術
- ・ 可視光通信を利用した光インタフェース(Inter-grow)

「自己参加」(c) 不特定多数のユーザが利用できる入力インタフェース

- ・ Suica/PASMO を用いたインタラクション

(2)「新領域」グループ

① 研究分担グループ長: 相澤清晴 (東京大学大学院 教授)

② 研究項目

「自己参加」(a) 広域・集団センシングシステム

- ・ 実体型匿名 ID のデモシステム展示
- ・ 屋内での多数センサによる行動の記録・検索・解析・要約
- ・ 展示会場内での画像特徴量のみを用いた行動履歴展示システム
- ・ 多数カメラシステム(集団行動記録プラットフォーム)を用いた効率的な映像伝送, 人物追跡
- ・ ウェアラブルセンサで取得した個人行動データを扱うシステム
- ・ 実体型匿名 ID と行動記録システムに基づく画像ベース ID システム(リーフコード)

(3)「情報学環」グループ

① 研究分担グループ長: 苗村 健 (東京大学大学院 教授)

② 研究項目

(a) 人物映像抽出システム

- ・ Thermo-key: 温度情報を利用した人物領域抽出技術

(b) 実体形状ディスプレイ

- ・ Strino: STRain-based user Interface with tactile of elastic Natural Objects

(4)「情報理工」グループ

① 研究分担グループ長:川上 直樹 (東京大学大学院 講師)

② 研究項目

(a) 実体形状ディスプレイ

- ・形状提示型触覚ディスプレイの基礎技術の研究

(b) 実体形状ディスプレイ

- ・再帰性投影技術を用いた頭部搭載型プロジェクタの研究

4. 研究成果の発表等

(1) 論文発表(原著論文)

- Jochen Ehnes and Michitaka Hirose, "Projected Reality – Content Delivery Right onto Objects of Daily Life", The International Journal of Virtual Reality, Vol.5, No.3, pp.17-23 (2006.9)
- Yugo Minomo, Yasuaki Kakehi, Makoto Iida and Takeshi Naemura: "Transforming your shadow into colorful visual media: multiprojection of complementary colors," ACM Computers in Entertainment, vol.4, no.3, article no.10(2006.7)
- 幸坂大輔、西村邦裕、谷川智洋、広田光一、廣瀬通孝、「分散型物理シミュレータを用いたVR空間の構築 ―処理および通信パイプラインの改良―」、日本バーチャルリアリティ学会論文誌、Vol.11、No.3、pp.421-431 (2006.9.30)
- 北村 匡彦, 苗村 健: "DMDを用いた空間分割型可視光通信の基礎検討", FIT2006 第5回情報科学技術フォーラム 情報科学技術レターズ, vol.5, LK-010, pp. 293-295 (2006.9).[FIT2006 船井ベストペーパー賞 受賞 (2006.9.6)]
- 木村 翔, 寛 康明, 苗村 健: "赤外可視変換素材を用いた選択的情報提示に関する基礎検討", FIT2006 第5回情報科学技術フォーラム 情報科学技術レターズ, vol.5, LK-009, pp.289-291 (2006.9).
- 吉野 祥之, 橋田 朋子, 苗村 健: "超音波を用いた実音場の拡張に関する基礎検討", FIT2006 第5回情報科学技術フォーラム 情報科学技術レターズ, vol.5, LK-008, pp.287-288 (2006.9).