

## 研究課題別評価書

### 1. 研究課題名

アート表現のための実世界指向インタラクティブメディアの創出

### 2. 氏名

箕 康明

### 3. 研究のねらい

本研究では、誰もが直感的にかつ自然にデジタル表現に参加できる情報環境の実現のために、主に実世界での利用に焦点をおいたインタラクティブメディアの創出を目的とする。このために、特殊なデバイスの装着などユーザへの負荷を強わず、また実世界での道具操作や対面コミュニケーションとデジタル世界とを乖離無くつなぐための情報環境の構築が必要となる。本研究では、実世界のモノを積極的に活用した情報提示手法とインタラクションの提案、情報の共有と個人化の両立が可能な複数人参加型コミュニケーションメディアの開発、さらにこれらのメディアを用いた即興的表現のためのコンテンツ生成環境の開発を行う。

### 4. 研究成果

誰もが直感的にかつ自然にデジタル表現に参加できる情報環境の実現のために、主に実世界での利用に焦点をおいたインタラクティブメディアの創出を目的とする。このために、特殊なデバイスの装着などユーザへの負荷を強わず、また実世界での道具操作や対面コミュニケーションとデジタル世界とを乖離無くつなぐための情報環境の構築が必要となる。本研究では、実世界のモノを積極的に活用した情報提示手法とインタラクションの提案、情報の共有と個人化の両立が可能な複数人参加型コミュニケーションメディアの開発、さらにこれらのメディアを用いた即興的表現のためのコンテンツ生成環境の開発を行う。具体的には、本研究では、以下のような成果を得た。各成果の概要を示す。

#### (1) Tablescape Plus: 卓上オブジェクトを用いたインタラクティブ映像シアター

実オブジェクトを用いたインタラクションを行う際の直感性と汎用性を両立するために、テーブル上のオブジェクトに映像を投影し、動きや状況に応じて動的に役割や状態が変化するインタフェースを提案した。具体的には、テーブル型ディスプレイの上に置かれた実オブジェクトを入力ツールとして用いると同時に映像ディスプレイとして利用するインタラクティブディスプレイシステム Tablescape Plus を開発した。システムは図 1 のような光学系を採り、入射角により光の透過と拡散を制御することにより、テーブル面とオブジェクト面の両方に同時に異なる映像を投影することが出来る。さらに、テーブル内部に設置されるカメラによりテーブル上のオブジェクトを認識することでインタラクティブな情報提示を可能にした。

このようなテーブル環境において、置く、動かす、つなげるといった実オブジェクトを用いた操作を直感的な映像表現と対応づけたインタラクションを実装した。例として、Tablescape Plus <ver. ice world>では、各実オブジェクトにキャラクタを対応づけ、オブジェクトを置く・動かす・つなげるという直感的な行為を通して「人形遊び」を楽しむことが出来る。これらのインタラクションを実装した作品は Ars Electronica や ICC 年間常設展示、文化庁メディア芸術祭など数回の展覧会に出展し、数万人規模のユーザに実際に体験してもらい、フィードバックを得ることができた。

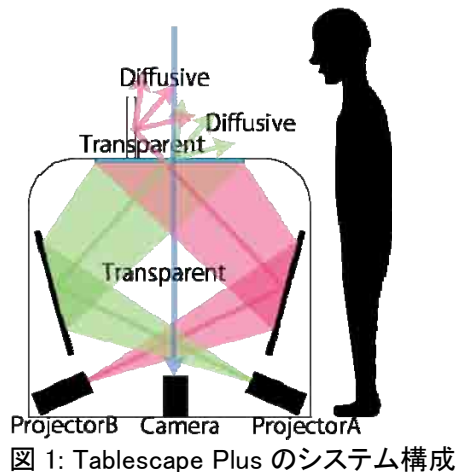


図 1: Tablescape Plus のシステム構成

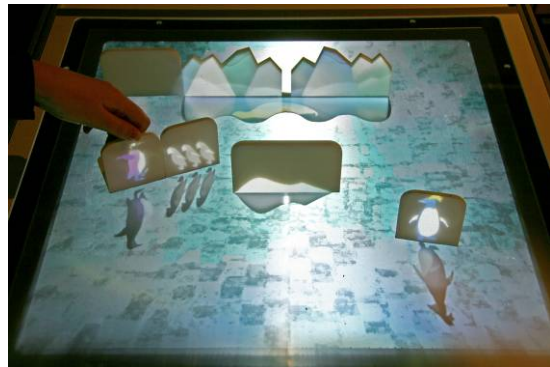


図 2: Tablescape Plus



図 3: 展示の様子

## (2) UlteriorScape: 指向性を有する多人数参加型インタラクティブメディアの開発

上記の Tablescape Plus が、テーブルの一方からの観察および垂直面を持ったオブジェクトへの映像投影という制限を有していたのに対し、本研究では、テーブルを囲む各ユーザに対し、テーブル面およびオブジェクト面に適切な情報を適切な位置・向きに提示できる方向依存情報提示をディスプレイ機能に組み込むことを考える。

具体的には、今回の提案手法は以下のような特徴を有するディスプレイ機構を開発した。

- ・ テーブル面上に観察方向により異なる映像提示が可能
- ・ テーブル上に置かれた(かざされた)実オブジェクト上にテーブル面とは異なる映像を提示できる(図 4)
- ・ 実オブジェクトの形状を利用し、実オブジェクト上にも観察方向により異なる映像提示ができる

図 5 に UlteriorScape の光学設計を示す。テーブル面は入射角により透過と拡散が切り替わり、斜めから入射するプロジェクタ光はテーブル面への方向依存情報のために、また真下から投射されるプロジェクタ光はテーブル上の空間への情報提示に用いられる。

本研究では本システムを用いて、写真閲覧やボードゲームなどの多人数参加型アプリケーションを実装し、SIGGRAPH Emerging Technologies など数回の展示を通してフィードバックを得た(図 6, 図 7)。また、上記に加え、音声による情報の共有と個人化のために、複数の指向性スピーカを用いてユーザ毎に異なる音声を届けるシステムも構築した。

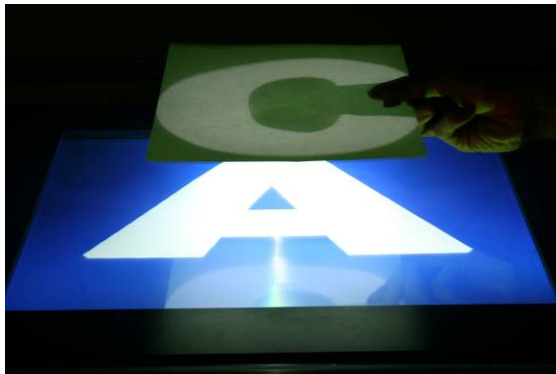


図 4: UlteriorScape

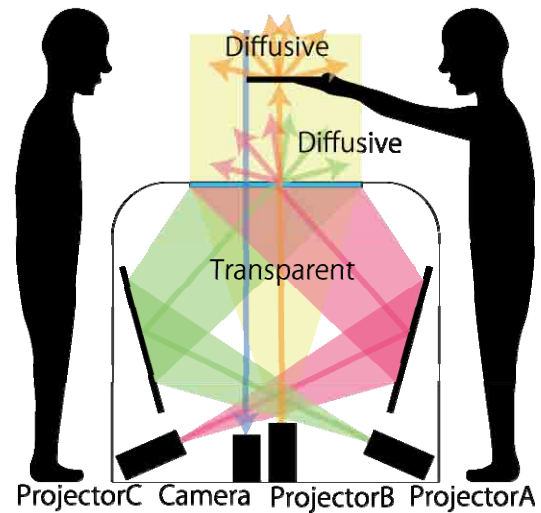


図 5: UlteriorScape システム構成

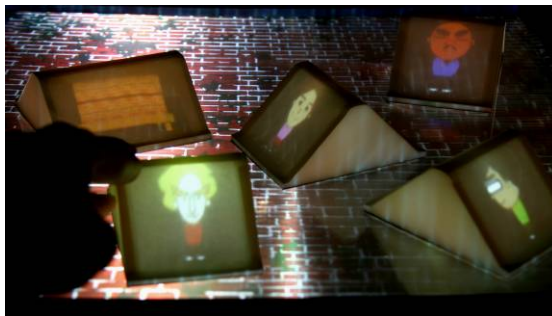


図 6: 多人数参加型アプリケーション



図 7: 展示の様子

### (3) ForceTile : 3次元力分布入力可能なタンジブルインタフェースの開発

テーブル上で実オブジェクトを用いた入力を行う際に、実オブジェクトに位置、向き、組み合わせだけでなく、指によるタッチ入力など、より多様な入力を自然な形で許容するインタフェースを実現することは重要な課題である。ユーザへの特殊なデバイスの装着や、実オブジェクト自体への特殊なセンサ等の設置をしない方法として、添付されたマーカとカメラ認識を用いた新たな入力インタフェース ForceTile を提案し、実装を行った(図 8)。

具体的には、透明弾性体の中に透明マーカを構造的に配置し、その歪みを画像処理により取得することで、下記のような機能を持つインタフェースを実装した。また指向性スクリーンを用いることでインタフェース上への情報提示も可能にした。

- ・ 位置・回転・ID の認識が可能
- ・ ユーザに特別な装置を装着させることなく、インタフェース面上のカベクトル分布計測が可能
- ・ インタフェース表面にテーブル面と異なる映像提示が可能

本システムを用いてインタラクティブアプリケーションを開発し、SIGGRAPH2008 NewTech Demos、インタラクティブ東京等でのデモ展示を行い、ユーザからのフィードバックを得た。

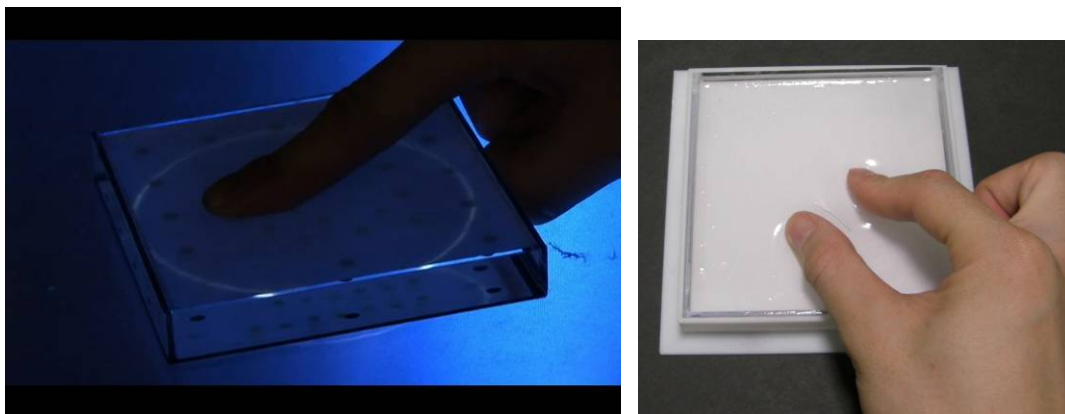


図 8: ForceTile

#### (4) アニメーション作成支援環境 Tablescape Animation の開発

即興的・直感的なアニメーション作品の制作支援を目的に、Tablescape Animation を開発した。本システムでは、プラットフォームとしてインタラクティブな卓上映像シアター Tablescape Plus を用いる。Tablescape Animation では、Tablescape Plus 上での実オブジェクトの振る舞いとユーザの声のデータを用いて、バーチャル空間内にキャラクタを再配置し、ビューを操作することで、最終的に通常のモニターで鑑賞できるような書き割り風のアニメーション作品として出力する。これにより、手描きのキャラクタを人形遊びの感覚で操ることで、アニメーションを制作するという新たなコンテンツ制作環境が実現された。さらに、本研究では、実際に数回の子供向けワークショップを通して、その効果を調査した(図 9)。

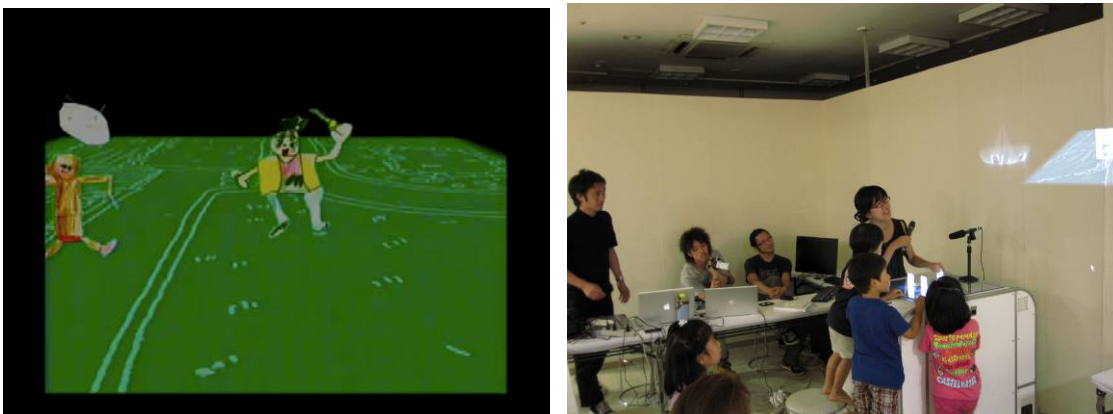


図 9: Tablescape Animation

#### (5) 香りを視覚化するインタラクティブアート hanahana の制作

環境とのゆるやかなインタラクションを実現するひとつとして、“香り”を視覚化し時間に伴う変化を演出することを提案した。香りという捉えどころのない対象について新たな認識の手段を提供するとともに、実空間の拡張を行う。このシステムでは、香りの種類と強さの時間軸上での変化を、映像化された形と色および透過度によって表現する。ユーザが試香紙に匂い源を吹きかけ、それを花瓶にささった茎型の筒に差し込むと、壁に映った茎のシルエットの先に様々な形・色を持つ映像の花が現れる。花の形や色は試香紙についた香りの強さ、種類によって多様に変化し、ユーザは視覚と嗅覚の両方の感覚から匂いの変化を認識することができる。

このようなシステムの実装に向けて、複数のセンサを用いた香りの分析に関して検討した。現在の実装では、2 種類の特性の異なる半導体ガスセンサを用い、反応電圧の変化値から香りの強度、センサ同士の変化値の比率から香りの傾向を示す値をそれぞれ割り出す手法を採った。

さらに発展形として、ガスセンサアレイを複数個配置し、香りの漂いを視覚化するシステム



を制作した。これらのシステムも、Ars Electronica での常設展示や文化庁メディア芸術祭などをはじめ、多くのユーザに実際に体験する機会を提供できた(図 10)。



図 10: hanahana

## 5. 自己評価

本研究では、インタラクティブアートへの参加性を高めるため、実世界情報環境のデザインに焦点を当てた。実世界の中でも、人とモノ、人と人、人と環境とターゲットを変えながら、人が自然な形でインタラクションに参加可能な仕組みづくりに取り組んだ。結果として、人とモノのインタラクションを拡張する Tablescape Plus, ForceTile, 人と人とのコミュニケーションを支援/演出する UlteriorScope, murmur sky, 人と環境とのゆるやかなインタラクションを実現する hanahana とそれぞれのターゲットに対して新たなシステム提案を実現できた。

本研究の成果に関して、それぞれのシステムにおいてプロジェクタ・カメラ光学系やセンサ処理などの技術的新規性を打ち出せただけでなく、Ars Electronica や SIGGRAPH など著名な展示会/展覧会や、科学館や百貨店など一般市民が日常生活を送っている場における展示等さまざまなケースにおける体験展示の機会を数多く設けフィードバックを得られたことは、満足した結果と言える。技術開発からその技術ならではのアプリケーションの提案、さらには表現プラットフォームとして提供するというそれぞれのプロセスで対外的な評価を得たことから、本研究はデジタルメディア作品の制作支援という領域の趣旨に則った成果を挙げられたものとする。

今後の課題としては、テーブル以外のスケールを有するシチュエーションへの対応、個別のシステム同士をつなぐインタフェースの提案などが挙げられる。

## 6. 研究総括の見解

コンピュータがアートの世界にも使用されるに従って、誰もが直感的かつ自然に実世界とコンピュータの世界を結びつけるインタフェースが必要になってきている。本研究はそのような課題に対し、実世界のモノを用いた情報提示手法やインタラクションの提案、それを使用したコンテンツ生成環境の開発に取り組んだものである。

今回の研究では、シンプルな形状のインタフェースによる汎用性を、映像重畳等により直感性と両立させ、そのためのプロジェクタやカメラの光学系およびセンサ処理などを開発した。そしてその成果を多くの具体的なデジタルメディア作品として纏めた。「Tablescape Plus」は、テーブルの上にあるオブジェクト(モノ)を、人が置いたり動かしたりすることで、そのオブジェクトに与えられた役割や位置を反映した映像をオブジェクトへ重ね合わせる作品である。「UlteriorScope」は、指向性を利用して複数の人でもインタラクションが可能な作品である。「ForceTile」は、指の位置や向き of 3次元的な入力 that 直接可能なインタフェースをもつ作品である。その他、「Tablescape Animation」、「hanahana」などの作品がある。

これらの技術は論文発表され、そのいくつかは優秀論文賞として表彰された。作品は、SIGGRAPH、Ars Electronica、文化庁メディア芸術祭などの著名な展示会に展示するととも

に、推薦作品として表彰された。今回の成果が、研究領域の目標でもあるデジタルメディア作品の制作を支援する基盤技術として今後の発展に期待するものである。

## 7. 主な論文等

A: さきがけ個人研究者主導で得られた成果で主なもの

### (1) 論文

- ・笥 康明, 苗村 健: “UteriorScape: テーブル上にかざされたスクリーンへの映像重畳とその応用” VR論, Vol. 15, No. 2 (2010.6) (in Press)
- ・Yasuaki Kakehi and Takeshi Naemura: “Optical Design of Tabletop Displays and Interactive Applications,” Tabletops – Horizontal Interactive Displays, Springer (2010.4) (in Press) A

### (2) 国際会議

- ・Yasuaki Kakehi, Junichi Yamaoka, Daisuke Akatsuka, and Takeshi Naemura: “Tablescape Animation: A Support System for Making Animations Using Tabletop Physical Objects,” ACM SIGGRAPH 2009 Talks (2009.8).
- ・Yasuaki Kakehi and Takeshi Naemura: “UteriorScape: Interactive Optical Superimposing on View-Dependent Tabletop Display,” IEEE Tabletops and Interactive Surfaces (Tabletop 2008) (2008.10)
- ・Yasuaki Kakehi and Takeshi Naemura: “UteriorScape: Optical Superimposing on View-Dependent Tabletop Display and Its Applications”, ACM SIGGRAPH2008 New Tech Demos (2008.8).
- ・Yasuaki Kakehi, Kensei Jo, Katsunori Sato, Kouta Minamizawa, Hideaki Nii, Naoki Kawakami, Takeshi Naemura and Susumu Tachi: “ForceTile: Tabletop Tangible Interface with Vision-based Force Distribution Sensing” ACM SIGGRAPH2008 New Tech Demos (2008.8).
- ・Yasuaki Kakehi, Takeshi Naemura and Mitsunori Matsushita: “Tablescape Plus: Interactive Small-sized Displays Upstanding on Tabletop Display,” 2nd Annual IEEE International Workshop on Horizontal Interactive Human-Computer Systems (Tabletop 2007), pp. 155 -- 162 (2007.10).

### (3) 展示

- ・Yasuaki Kakehi, Takeshi Naemura, Mitsunori Matsushita: “Tablescape Plus” Ars Electronica Campus Exhibition (2008.9)
- ・笥 康明, 近森 基, 久納 鏡子: “hanahana” Ars Electronica Center Exhibition, (2008.9)
- ・笥 康明, 苗村 健, 松下 光範: “Tablescape Plus<ver. iceworld>”, ヨコハマEIZONE, (2008.7)
- ・笥 康明, 苗村 健, 松下 光範: “Tablescape Plus”, ICC OpenSpace2007 (2007.4-2008.3)
- ・笥 康明, 苗村 健, 松下 光範: “Tablescape Plus”, 第 10 回文化庁メディア芸術祭(2007.2-3)

### (4) 受賞

- ・エンタテインメントコンピューティング 2007 優秀論文賞(2007 年)
- ・第 10 回文化庁メディア芸術祭審査委員会推薦作品入選 (Tablescape Plus) (2007 年)
- ・第 10 回文化庁メディア芸術祭審査委員会推薦作品入選 (hanahana) (2007 年)
- ・日本バーチャルリアリティ学会論文賞(2006 年)

B: 本研究課題に関連した成果で主なもの

(1)論文

・城 堅誠, 筧 康明, 南澤孝太, 新居英明, 川上直樹, 舘 暲: “AR Force: Augmented Realityのための光学式多点力ベクトルセンサ”, 情報処理学会論文誌, Vol.50, No.12, pp.1234-1243 (2009.12)

(2)特許

研究期間累積件数: 1 件

発明者: 川上 直樹、舘 暲、南澤 孝太、城堅誠、筧 康明、佐藤 克成

発明の名称: 光学式触覚センサ

出願人: 東京大学

出願日: 2008 年 5 月 28 日 (特願 2008-140189)