

## 科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成24年6月1日現在

機関番号：12606

研究種目：基盤研究（C）

研究期間：2009～2011

課題番号：21500118

研究課題名（和文） 数理概念の体験的理解のための展示空間デザイン

研究課題名（英文） Space Design of Interactive Exhibits for the Understanding of Mathematical Concepts

研究代表者

桐山 孝司（KIRIYAMA TAKASHI）

東京藝術大学・大学院映像研究科・教授

研究者番号：10234402

研究成果の概要（和文）：

本研究では、どのような空間が体験的理解のために有効に機能するかという展示デザインの問題を実際の展示を通して観察した。またどのようなインタラクションが行われたかをみて展示デザインにフィードバックするために、展示におけるログデータの収集と分析を行うためのツールを開発した。具体的に指紋の池と属性のゲートの2つの展示についての分析から、鑑賞者自身だけでなく、周囲にいる他の鑑賞者のリアクションが理解に影響することを観察した。

研究成果の概要（英文）：

This study analyzes the relationship between design of the space and interaction of the visitor with the exhibit. This study also aims to develop a tool to derive useful information from data collected from interaction between them. We observed in Pool of Fingerprints and the Nominal Divide that the reaction of other visitors influences on the understanding of the visitor.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2009年度	1,800,000	540,000	2,340,000
2010年度	900,000	270,000	1,170,000
2011年度	600,000	180,000	780,000
年度			
年度			
総計	3,300,000	990,000	4,290,000

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：情報学、メディア情報学・データベース

キーワード：ユーザーインターフェース、空間デザイン、数理概念

## 1. 研究開始当初の背景

本課題の研究代表者と分担者は、研究開始前年の2008年に「君の身体を変換してみよ展」という展示会を行った。そこではセンサや映像技術を用いたインタラクティブな展示物を制作し、鑑賞者が体験できるような形でさまざまな変換の形を提示した。例えば一直線の棒を差し込むと画面上にさまざまな形状

に折れ曲がったグラフィックスが現れる展示や、身体の動きを点だけの表現に変換して画面に映し出すバイオロジカルモーションの展示などである。この展示を通して研究代表者らは、インタラクティブな展示が意図した体験を作り出すために空間デザインが重要であり、そのデザインについて実践的な知見が必要であることを確認した。また鑑賞者

が展示の中でどう行動したかというインタラクションのログをとることで展示のデザインが意図通りになされているかどうかを確認でき、さらに意図しない鑑賞者の反応を抽出できることに気づいた。このような経験から、インタラクティブな展示の空間デザインと、そこで記録したログデータの分析による鑑賞者の挙動の理解の研究を開始した。

空間の中でのインタラクションに関しては、MIT メディアラボ、ニューヨーク大学テレコミュニケーション学科、英国ロイヤルカレッジ・オブ・アート (RCA) などが当時から精力的に研究を進めていた。これらの成果は、ビジュアルコンピューティング言語 (MIT メディアラボ) やフィジカルコンピューティング (ニューヨーク大学) など、研究開発のための技術として世界中に広まっている。またインタラクションを中心に据えた設計方法論も実践され始めていた。たとえばスタンフォード大学では機械工学、計算機科学、教育学の研究者を集めてデザインスクールを設立し、具体的なプロジェクトを進めながら、技術とサービスが一体となった対象の設計方法論を開発していた。これらの機関では主に試作と評価を繰り返すラピッドプロトタイプング型のデザインが行われていたが、評価方法については必ずしも一定せず、感覚印象的な評価でデザインが意図されたとおりに出来ているかどうかを判断することが多かった。そこで本研究では、ログデータに基づくデザインの客観的な分析を目指すこととした。

## 2. 研究の目的

インタラクティブな展示は、人間が機械とどのように接するかという挙動を観察し解析する格好の場である。また展示のインタフェースデザインを行う上でも、鑑賞者はどこを見ているか、どのような行動をとっているか、意図した展示の使い方をしていないか、制作者が思いもしないインタラクションのしかたを見つけていないかなどの疑問に答えるために、継続的に鑑賞者の動きを把握している必要がある。しかしほとんどの展示ではインタラクションの経過は記録されず、仮にされていても美術館、博物館に十分な分析手段がないため有用な情報を抽出できていない。

本研究では、空間内の動きを中心としたインタラクティブな展示で鑑賞者の挙動を分析する手法を開発することを目的としている。そのため、実際の展示での空間デザインの影響を観察する。また挙動分析のためのログデータ収集と分析ツールの開発を行う。その研究成果を、人間と関わる適応システムのデザインや、改良を繰り返していく展示デザインに利用する。

## 3. 研究の方法

本研究では、美術館で行われる一般向けの展示会の枠組みを用いて、鑑賞者が実際に展示を体験する環境を作り、そこで空間デザインの試行とログデータの収集を行うという方法をとった。展示会としては、21\_21 DESIGN SIGHT で開催された佐藤雅彦ディレクション「“これも自分と認めざるをえない” 展」を行った。これは現代社会における我々の属性について考えることを目的とした展示会である。この展示会は、2010年7月から11月までの約4ヶ月の期間中、合計で59,152人の来場者を得た。ここで展示された22点の作品の中から、特に研究代表者らが重点的に関わった2つの展示「指紋の池」と「属性のゲート」を分析対象とした。それぞれの空間デザインが、展示の意図することを伝えるのに有効に作用したかどうかを観察した。また「属性のゲート」については詳細なログデータを収集して、どのようなインタラクションが行われたかを分析した。

## 4. 研究成果

### (1) 指紋の池

「指紋の池」は、指紋という普段意識しない属性を改めて見る展示である。「指紋の池」の前に立った鑑賞者は、スキャナに指を置いて指紋をスキャンする。スキャンした指紋はディスプレイに現れ、しばらくすると泳ぎ始める。ディスプレイ上には魚の群れのようにたくさんの指紋が泳いでおり、そのうちに鑑賞者の指紋も群れに合流してとけ込んでいく。その後、鑑賞者が同じ指をスキャンすると、先に放流した指紋だけが反応して戻ってくる。戻って来た指紋は鑑賞者の前で止まり、しばらくすると指先に戻るかのようにゆっくりディスプレイから消える。

指紋の照合には、NECの指紋認証システムSecureFingerを用いている。このシステムは指紋の画像から分岐点や端点を抽出してテンプレートに記録する。通常はテンプレートを作成した後で画像は破棄するが、この展示では画像を残してアニメーションに利用している。

「指紋の池」の鑑賞者の多くは一度指紋を放流したあと、もう一度スキャンをして、確かに自分の指紋が戻ってくることを確かめる。そして初めて指紋に愛着を感じたと感じる。鑑賞者が指をスキャンすると、指紋が画面上にフェードインして現れてから、ゆっくり動き出して鑑賞者から遠ざかって行く。指紋に対してアニメーションで生きているかのような動きを与えて、愛着を持てるようにしている。再び指紋をスキャンすると、先に放流した指紋が反応して、まっすぐ帰ってくる。この動作によって、指紋が自分と結びついていることが確かめられ、愛着が強化される。

## (2) 属性のゲート

「属性のゲート」は、画像処理を通して自分の属性が社会からどう見られているのかを体験する展示である。鑑賞者はまず「男性」「女性」と書かれた2つのゲートのうち自分の属性のゲートの前に立って正面を見る。システムはカメラの画像から性別を判定して、どちらかのゲートを開ける。仮に開いたゲートが自分の属性とは違っても、社会からこう見られるとされた方を通らなければならない。次に鑑賞者は「29歳以下」「30歳以上」と書かれた2つのゲートのどちらかに立ち、システムが年齢を判定してゲートを開ける。最後に鑑賞者は「笑顔」「無表情」と書かれた2つのゲートのどちらかに立つ。20%以上の笑顔が2秒間検出されれば笑顔のゲートが開くが、その前に5秒以上経過すると無表情のゲートが開く。

この展示はオムロン社のセグメントセンサとスマイルセンサを用いている。セグメントセンサは、左右のゲートの前にある2つのカメラからの映像をもとに、属している可能性の高い性別と年齢層のセグメントを判断して出力する。スマイルセンサは、笑顔の度合い（笑度）を0～100%で出力する。いずれのセンサも目、鼻、口、額など顔の特徴要素を認識している。センサは一旦顔を認識すると、3次元モデルにマッチングさせて位置と向きを追跡する。そのため鑑賞者が動いても別人と判断されてしまうことはない。

## (3) 空間デザイン

「指紋の池」の展示のディスプレイは、46インチのHDモニタを3×3の格子状に配列したものである（図1）。指紋の稜線の一本一本を鮮明に表示するには、画素ピッチが0.1mm以下の解像度が必要であるが、46インチのHDモニタは画素ピッチは約0.5mmである。そのため指紋の細部は表示できないが、指紋をスキャンしたときにできる画像の濃淡は再現できる。自分の指紋の動きを目で追うには濃淡が表示できれば十分であるため、表示にはこのHDモニタを用いている。

「指紋の池」のディスプレイ面の大きさは3.1m×1.8mであるが、作品の設置場所は約10m×6mの空間である。ディスプレイのどこからでも観察できるように、展示の周りには十分なスペースをとっている。展示の周囲にスペースがあると複数の人が同時に鑑賞できるので、それによって鑑賞者の関わり方も変わってくる。他の鑑賞者が自分の指紋を追って行く姿が見えたり、展示について話す声が聞こえると、その人の視点でも展示を観察するようになる。それによって、同時に複数の視点で起きていることを見ることになり、体験が強化される。

「属性のゲート」は、両側に壁を立てた細長い空間に設置されている（図2）。展示には一人ずつはいるように係員が誘導するので、手前には順番を待つ鑑賞者の列ができる。このエリアは前の人が展示を体験する様子を見るスペースにもなっている。「指紋の池」と同様に「属性のゲート」でも、鑑賞者が他人の体験を見る状況を作ることによって、他人の体験を共有し、自分の体験を強化することができる。

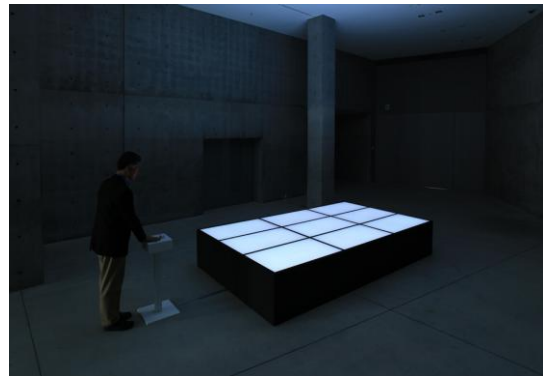


図1 指紋の池



図2 属性のゲート

## (4) 挙動の分析

「これも自分と認めざるをえない展」の約4ヶ月間の期間中に、「属性のゲート」の鑑賞

者がどのような行動をとったかについてログデータを収集した。このログデータの内容は、鑑賞者が「男性/女性」、「29歳以下/30歳以上」、「笑顔/無表情」のそれぞれの選択で、システムがどちらとしたかという判断結果と、その時刻を時系列に沿って記録したものである。またデータ収集と同時に、ゲートを通る鑑賞者の動きをビデオで撮影した。ビデオから、鑑賞者がそれぞれの選択において、どちらのゲートを選んで前に立ったかという情報を得ることができる。ログデータはSQLデータベースに逐次保存され、展示期間中蓄積される。ビデオは毎日、一日分のファイルがハードディスクに保存される。ログデータとビデオは記録メディアが違うためそのままでは同期していないが、ログデータに用いているSQLサーバの時刻と各ビデオファイルの開始時刻との対応をとることにより、ログデータを選ぶとその瞬間のビデオを再生できるようになる。我々はそのような同期をとることのできるログ分析ツールを開発して、「属性のゲート」で、鑑賞者の挙動データを収集して分析した。この展示の鑑賞者は、最初に男性または女性のゲートを選んで前に立つが、実際にはシステムが顔認識で判断した方のゲートが開き、鑑賞者はそちらから出る。次に29歳以下または30歳以上のゲートのどちらかを選んで前に立つが、やはり顔認識の結果で開いた方から出る。最後に笑顔または無表情のゲートを選ぶが、開いた方から出る。分析の結果、システムの顔認識の結果が鑑賞者のゲートの選択に影響のあることがわかった。例えば30歳以上のゲートの前に立った鑑賞者のうちの61.6%は、システムによって29歳以下と判断されている。これらの鑑賞者の76.1%が笑顔のゲートに進んだが、この割合は鑑賞者全体のうち笑顔のゲートを選んだ57.5%よりも高い。このことは、29歳以下と判断されたことが鑑賞者の感情に影響して、笑顔のゲートを選ぶ上でプラスに働いていると考えられる。データ分析に当たっては、鑑賞者が想定外の動きをすることがあるという展示特有の問題に対応するため、手作業でも効率よくデータの不備の発見や順番の入れ替えが行えるブラウザを開発した。このようにして得られる鑑賞者の挙動の理解は、展示の効果を確認し、次の展示への具体的な指針を与えるのに有効であった。

#### 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計2件)

- ① 桐山孝司, メディアアートの共同制作風景, 映像情報メディア学会誌, Vol. 65,

No. 8, 2011, pp.63-67, (査読無)

- ② 桐山孝司, 佐藤雅彦, インタラクティブな展示を通じた挙動の観察と分析, 映像メディア学研究, Vol. 1, No. 1, 2010, pp. 27-41, (査読有)

[学会発表] (計5件)

- ① Takashi Kiriyama, Design and Analysis of Interactions with Museum Exhibits, International Joint Conference on Ambient Intelligence, 2011/11/17, Amsterdam
- ② Takashi Kiriyama, Aesthetic Design of Interactive Museum Exhibits, First International Workshop on Aesthetic Intelligence, 2011/11/16, Amsterdam
- ③ Takashi Kiriyama, Designing Interactive Museum Exhibits, International Conference on Interaction Design 2011/11/9, Hong Kong
- ④ Takashi Kiriyama, Emotional Attachment in Persona Design, 7th International Conference on Design and Emotion, 2010/10/5, Chicago
- ⑤ Takashi Kiriyama, Analyzing Human Behaviors in an Interactive Art Installation, HCI International 2009, 2009/7/24, San Diego

[図書] (計1件)

- ① 佐藤雅彦, 属性, 求龍堂, 2010, 計156ページ

#### 6. 研究組織

##### (1) 研究代表者

桐山 孝司 (KIRIYAMA TAKASHI)  
東京藝術大学・大学院映像研究科・教授  
研究者番号: 10234402

##### (2) 研究分担者

佐藤 雅彦 (SATO MASAHIKO)  
東京藝術大学・大学院映像研究科・教授  
研究者番号: 80317312

##### (3) 連携研究者

なし