

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 29 年 6 月 21 日現在

機関番号：32692

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2014～2016

課題番号：26560015

研究課題名(和文) インタラクティブアート作品の展示における定量評価

研究課題名(英文) Quantitative evaluation of interactive art works at exhibitions

研究代表者

松村 誠一郎 (MATSUMURA, Seiichiro)

東京工科大学・デザイン学部・准教授

研究者番号：10436701

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 1,400,000円

研究成果の概要(和文)：インタラクティブアート作品の展示では、体験者の短時間の行動観察に基づいた制作者の判断で作品のシステムの改良を施している現状がある。本研究はそれを鑑み、以下のプロセスで制作者不在時の展示状態を確認するシステムを実装した。(1)展示期間を通して映像データを撮影、保存する。(2)大量の映像データを高速スキャンして体験者の存在する映像データを選別する。(3)展示日全体の動体検知量の変化を可視化する。

その結果、目視も併用した映像データの効率的な確認が実現し、体験者の行動、インタラクションの理解度(深度)についてより短時間で確認することが可能となった。

研究成果の概要(英文)：In the Interactive Art field, it is general to observe audience's behavior in quite short time and to develop the system of the artwork for improving the interaction. This research's aim is to make the system that (1)records and stores whole audience's behavior as movie data during long-term exhibitions. (2)fast scans, analyzes and selects movie data including audience by using motion detection. (3)visualizes transitions of audience's movements in a day. Consequently, it is materialized to do visually checking large amount of movie data in a shorter period.

研究分野：Interactive art

キーワード：インタラクティブアート 長期展示 映像データ記録 画像解析 定量化

1. 研究開始当初の背景

体験者の身体的な働きかけと作品のダイナミックな反応によって鑑賞/表現が成立するインタラクティブアートと彫刻や絵画にのっての視覚表現を聴覚表現に置き換えたサウンドアート、これら両者の特徴を融合したインタラクティブサウンドインсталレーション(以下、ISI)は、2000年代以降に Mesa di Voce(Levin,2003)等の作品を筆頭とした世界各国で制作が行われており、現在までに至っている。研究代表者は2001年より国内外で ISI 作品の制作/展示/発表を行なっている。近年は体験者自身の加工された映像と効果的なサイン音や音楽を組み合わせ、日常的な動作の特徴を拡大するインタラクティブアート作品《RabbitMirror》や《DancingMirror》を定期的に国内美術館の巡回展「魔法の美術館」展シリーズに出展し、好評を博している。いずれの作品も体験者が簡易な身体動作で体験が可能であり、優劣を競わずに自らの身体動作の拡張と音の能動的聴取を楽しむ「競わない遊び場」の創出を目指している。

しかし展示を重ねるにつれて「体験者のインタラクションシステムへの理解」(本提案では「インタラクションの深度」と呼ぶ)が展示期間全体を通して十分に達成されているのか否かが未確認であることが課題として表出してきた。これは鑑賞者が一方的な視覚情報の受け手となる芸術作品とは異なり、ISI 作品の表現の構成要素が「身体性を伴うインタラクション」であるがゆえの問題である。円滑なインタラクションが阻害されている可能性があるのか、もしあるとしたらその原因は作品のインタラクションシステムにあるのか、それとも展示会場の音環境や体験人数の変化によって理解が困難になるのか、複数の要確認/検討項目がある。だが、現状では ISI 作品の

美術展示において制作者自身が観察可能なのは展示開始初日のごく短時間に限られてしまう。もし長期の展示期間全体を通して体験者がどのように ISI 作品を体験しているのかを記録した上で解析し、そのデータに基づく定量的な評価ができれば、よりの確な作品の調整/改良作業の一助になると考えた。

2. 研究の目的

本研究の目的は、競わない遊び場を実現するインタラクティブサウンドインсталレーション (ISI) 作品の実際の長期展示において、作品の鑑賞者(体験者)の体験の様子を記録/解析するシステムを実装し、体験者と作品との「インタラクションの深度」について定量的に評価することを試みる。そこから得られた知見を実際の作品制作にフィードバックし、「身体性が高く、競わない遊び場」の発展へとつなげてゆく。

3. 研究の方法

研究代表者が2013年に制作した ISI 作品《DancingMirror》は「魔法の美術館」展シリーズにて国内外に定期的に出展されている。《DancingMirror》は壁面中央に埋設された小型カメラが体験者を撮影し、そのプロジェクション映像を壁面に投影することによって「鏡」に見立てる作品である。映像はそのまま投影されるのではなく、少し前の映像が録画され、スピーカーから出力されている音楽に合わせて早送り再生、巻き戻し再生、一時停止のある再生が実施される。これらのタイミングは楽曲の内容に合わせてあらかじめ記述した「振り付けシーケンス」に沿って再生される。本研究では、この《DancingMirror》を対象として、体験者がどのように体験しているかについて定量的に評価するために以下の2段階の処理を行なった。

- (1) カメラからの映像をセッションごとに記録し、ムービーデータとして保存するプログラムの実装。1セッションは楽曲の長さで3分24秒(30fps)。
- (2) 記録映像ファイルを30倍速高速スキャンし、人の動きのあるセッションの判定、セッションごとの動作の大きさの総量を算出するプログラムの実装と処理を行なう。

映像の記録プログラムについては《DancingMirror》を構成するメインプログラム内に記録用のバッファを確保して記録、セッション終了時に日時に基づくファイル名をつけてムービーファイル(mov)を保存するルーチン処理を追加した。このルーチンプログラムの追加により、後述の高負荷の発生に対処する必要があった。

映像の高速スキャンプログラムは30コマに1コマ、つまり1秒ごとのコマが連なるタイムラプス映像の状態を再生し、スキャンしてコマとコマの画像差分量を計測して記録する。

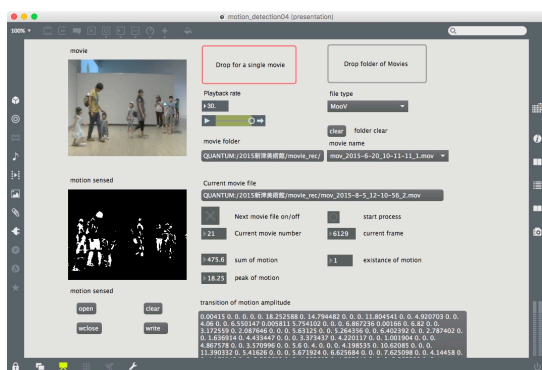


fig.01. 映像ファイル高速スキャンプログラム

なお、《DancingMirror》のメインプログラムと(1)の映像記録ファイルのルーチンはオープンソースのプログラミング環境 Pure Data (Pd-extend0.43.4) と GEM プラグイン (0.93.3) を使用した。(2)の映像の動体量検出プログラムは Cycling74 社 Max7 (Ver. 7.3.4) を用いている。

4. 研究成果

本研究において、以下の長期展示での映像データの取得を行なった。

「魔法の美術館展 ひかりのたまてばこ」
 記録期間：2014年12月3日～2015年1月12日(月曜日休館、12/24、12/30～1/03休館)
 開館時間：10:00-17:00
 会場：川崎市民ミュージアム
 記録ムービーファイル数：4399ファイル
 総時間数：約249時間17分

「WRO メディアアートビエンナーレ」
 記録期間：2015年5月19日～2015年6月19日(月曜日休館)
 開館時間：火曜-金曜 10:00-19:00 土曜 10:00-18:00 日曜 10:00-17:00
 会場：ポーランド、ヴロツワフ、大学新図書館会場
 記録ムービーファイル数：4693ファイル
 総時間数：約265時間56分

「魔法の美術館展」
 記録期間：2015年6月20日～2015年8月23日(月曜日休館。ただし7/20、7/27、8/17は開館、7/21休館)
 開館時間：10:00-17:00
 会場：新潟県新津美術館
 記録ムービーファイル数：7416ファイル
 総時間数：約420時間14分

1日の展示の時間帯を10:00～17:00と仮定すると、1セッション3分24秒のムービーファイルが約128個程度となり、総実時間数は約7時間16分となる。これを30倍速でスキャンすると約870秒=約14分30秒で処理を終えることが実現する。前述のように数千に及ぶムービーファイルを順次確認していくことは非現実的である。

本システムを用いて会期全体の映像データに対して解析高速スキャンを施し、会期全体の動体検知量を可視化することも可能であるが、サンプル抽出した日の1日の動体検知量を可視化することが制作者サイドにとっては有用であった。(fig.02)

一方、映像記録データを取得、保存し、前述の方法で解析するメリットとデメリットも明らかになった。

● 映像記録データの撮影のメリット

映像の生データが手元に残るので、後から大きな動きを含むセッションの映像について、実時間の目視による確認ができる。また、改良した動体検知手法を映像データに試すことによって後からシステムの精度を発展させることができる。

● 映像記録データの撮影のデメリット

PC に対してかかる一定の処理の負荷の発生が避けられない。この映像記録用の処理を加えることによって高い負荷が発生し、《DancingMirror》のメインプログラムの音響処理の遅延が発生した。そのためメインプログラム用バッファ、映像記録用バッファ、音響処理用バッファの3つのバランスを取るチューニングが必須であった。

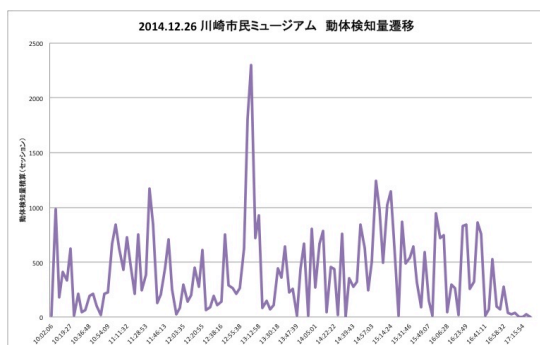


fig.02. 1日のセッション毎の動体検知合計量の遷移

■ 考察

得られた定量的な数字値データを用いて

以下の要素について判断し、映像ファイルの一次切り分けと確認をするための指標として用いるのが望ましいことが判明した。

- セッションに体験者が存在するかしないか。
- セッションごとの動きの大きさ（動体検知量）の総量はどれほどか。

上記を判断した上で、体験者の動きのある映像ファイルを効率的に選択し、目視確認することが可能となった。

《DancingMirror》のインタラクションの理解（深度）については、映像ファイルの確認及び高速スキャン中のプレビュー画面を確認する限りでは、単独でも複数人の体験者でもインタラクションの理解について困難を感じている体験者がいなかった。また、動体検知量が極端に少ないケースは通行したのみの人に反応したものであり、作品の鑑賞を始めた体験者は一様に活発に動いていることを示す一定以上の数値を示している。制作者自身が不在の会場の体験者の映像サンプルを一定数以上閲覧することで、作品のインタラクションの調整・改良につなげていった。

その成果は本研究期間3年目の2016年に開催された国際学会 ADADA (Asia Digital Art and Association) における《DancingMirror》の展示発表に生かされた形となっている。また同じく2016年に開催された SMC (Sound and Music Computing) に新作《Sounding Kaleido》のインタラクションデザインを構築する際に参考となった。

前述の通り映像データの取得とファイル保存のプロセスには PC に対して高い負荷がかかる。また、容量の多い映像ファイルの管理はハードディスク単位となる。そのため本研究の初期段階では、カメラからの

入力映像を展示現場において、リアルタイムスキャンと動体検知量の数値化を行い、映像を保存しないという方向性も検討した。しかし以下の理由により本研究では採用を見送った。

- (1) 映像のスキャンのために PC の GPU の処理を圧迫することになり、メインプログラムの映像処理における fps の極端な低下が発生してしまう。そのため本研究で使用していた PC (Apple Macbook Air Early 2015 及び Apple iMac Late 2015) では対応ができなかった。
- (2) 動体検知量の変遷を可視化した数値データは合理的であるが、ISI 作品の制作者にとって数値から得られる情報は二次的なものに留まっている。映像データを目視して得られる体験者の表情や行動などの情報の方が現時点では価値が大きい。
- (3) 映像というマテリアルがあれば、改良した検知手法を後から試すことができる。現場でのデータ化のみでは映像マテリアルを取得できない。

ゆえに現時点では映像データ撮影と保存、後から映像を解析の二段構えのプロセスの方が、優位であるという結論に至っている。

■ 結論

本研究では、長期間展示における体験者の撮影映像の保存とその後から動体検知を実行するプログラムの実装を行なった。実際の展示で複数回、映像データの取得をし、定量的な動体検知量の算出処理の実践を行なった。その結果、確認すべきファイルの選別が容易かつ効率的になった。

■ 今後の課題及び将来性

本研究の今後の課題は、高速スキャンプログラムの改良である。動体検知量のスレ

ッショルドの設定または検知範囲の制限 (マスクング) である。新津美術館の展示では映像の背景の一部に壁面に接着された電子キャプションボードがあり、その画面の発光が変化すると高速スキャンプログラムが動体として検知してしまっていた。そのため、新津美術館の動体検知結果、体験者の存在/不在の判定が不正確なものとなってしまった。

将来の方向性として以下の項目が考えられる。

- 個人の判別 (衣服、身長、男性か女性か、を伴った体験者のトラッキング)
- 体験者延べ人数の算出。(個人の特定とトラッキング)

これは近年目覚ましい進化を遂げてきている深層学習に基づいた AI の技術導入によって実現の可能性があると思われる。通常の AI はオブジェクト (モノ) の識別のために、あらかじめ画像の特徴抽出と定義付けを伴った深層学習が必要である。例えば「椅子」というオブジェクトを認識するためには AI は大量の椅子の画像を「学習」し、概念形成を行なってデータベースに記録されている。このため椅子を始めとするオブジェクトの判定についてはある程度の正確性が担保されるようになった。本研究のような人の認識、しかも初見の個人の特徴 (衣服、身長、骨格による性別、髪型等) からの認識と個別判定は、進化した深層学習と「推定」が必要となるであろう。本研究期間中の社会での AI 技術の進化はめざましく、近い将来に人間の感覚的な判断に近似した、個人の特徴抽出と特定機能を実現する AI の登場に期待するものである。

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 Seiichiro MATSUMURA, Sounding Kaleido, 13th Sound and Music Computing Conference 2016 conference guide, 査読有、2016、pp.95-95
- ② Seiichiro MATSUMURA, Dancing Mirror: An Interactive Installation for Discovery of Aesthetic in Motions, Proceeding of 14th International Conference for Asia Digital Art and Design (ADADA)、査読有、2016、pp.1-2

[学会発表] (計 3 件)

- ① Seiichiro MATSUMURA, Sounding Kaleido, 13th Sound and Music Computing Conference 2016 (国際学会)、The Hamburg University of Music and Theatre、Hamburg, Germany、2016
- ② Seiichiro MATSUMURA, Dancing Mirror: An Interactive Installation for Discovery of Aesthetic in Motions, 14th International Conference for Asia Digital Art and Design (ADADA) (国際学会)、Hotel Santika Seminyak Bali、Bali、Indonesia、2016
- ③ Seiichiro MATSUMURA、Budrevo、5th International Pure Data Convention (Pd-con) (国際学会)、Waverly Labs for Computing and Music New York University、New York、United States、2016

[その他]

ホームページ等

<https://sites.google.com/edu.teu.ac.jp/matsumura-kakenhi2014-2016/>

(映像データを除く動体検知量のサンプル及びプログラムを掲載予定)

6. 研究組織

(1) 研究代表者

松村 誠一郎 (MATSUMURA Seiichiro)

東京工科大学デザイン学部・准教授

研究者番号：10436701