

インタラクティブ技術を活用した 創作能演劇パフォーマンス

芝 公 仁^{†1} 曾我 麻佐子^{†1} ジョナ サルズ^{†1}

本稿では、CG 映像とインタラクティブ技術を舞台演出に取り入れた創作能演劇パフォーマンスについて述べる。本作品では、日本の伝統的な舞踊である能と狂言の実演をベースに、極楽と地獄の世界を CG アニメーションで表現する。これを実現するために、本作品では、計算機を用いて CG 映像の作成や制御を行い、舞台上に映像を投影することができるシステムを構築し、使用している。また、本システムによって、カメラや加速度センサを用いて役者や観客の動作を取得し、これをもとに投影する映像をリアルタイムに変化させる演出を実現している。本作品の公演実施後に観客より得られた評価により、舞台演出におけるインタラクションの有効性を確認した。

A New Noh-style Stage Performance using Interactive Techniques

MASAHITO SHIBA,^{†1} ASAKO SOGA^{†1} and JONAH SALZ^{†1}

This paper describes a Noh-style stage performance that includes CG movies and interactive techniques as tools of expression. This performance is based on Noh and Kyogen, which are styles of traditional Japanese dance, and it expresses creatures of paradise and hell through CG animations. We have developed a system that can create and project CG animations on stage alongside live actors. This system allows actors and spectators to interactively control projected CG animations by their motions obtained by a three-axis accelerometer or a camera. The results of a questionnaire completed by spectators after a performance with the system confirm that the interactions on the stage are effective for stage performances.

^{†1} 龍谷大学
Ryukoku University

1. はじめに

近年、コンサート、ダンス、オペラなどのライブパフォーマンスにおいて画像や映像といった視覚的効果やインタラクティブ技術が使用されるようになってきている¹⁾。具体的には、リアルタイムモーションキャプチャシステムを用いたダンスパフォーマンス²⁾や、カメラ映像から映像効果を制御する例³⁾などがある。伝統芸能の舞台パフォーマンスでは、劇団わらび座⁴⁾の「秋の河童」という歌舞伎作品において、舞台上のスクリーンに表示したCG キャラクタと役者とのやりとりを実現している。

我々は、伝統芸能やアートパフォーマンスにおいて情報技術を活用することを目的とし、これまでに舞踊の3次元モーションデータを活用した舞台パフォーマンスの創作を行っている^{5),6)}。本稿では、CG 映像とインタラクティブ技術を舞台演出に取り入れた能演劇パフォーマンスについて述べる。本作品の創作に際し、従来のパフォーマンスにはない新たな演出の実現のために、本研究では次の三つを行った。

- CG 映像の提示およびリアルタイム制御
- 役者の動作に対応した CG 映像の制御
- 観客の動作に対応した CG 映像の制御

舞台での映像の使用用途としては、ストーリーに関連する映像を投影し、内容の理解を助けることなどがあげられる。加えて、本作品では、役者や観客の動きをリアルタイムにセンシングし、その情報を CG 映像に反映させるというインタラクションを実現するため、センシング機能を持った映像投影システムを開発した。

本システムは、照明の照射やビデオ映像の投影といった単純なものではなく、演出家の望む視覚的効果を実現するために、計算機を用いて投影する映像の作成、制御を行う。とくに、ライブパフォーマンスでの利用を想定しており、投影する映像は簡単な操作でリアルタイムに制御可能である。さらに、演出家が用意したビデオ映像と CG を組み合わせたり、本番のみの使用ではなくリハーサルなどで演出の試行錯誤を行うことができるなど、演出家の舞台創作における様々な要求に対応できるようにしている。

能の舞は基本的な動作の組み合わせによって構成されるが、各舞台でどのように舞うかは能役者がある場できめることが多い。そのため、予め映像を用意し、単純に再生するのみでは、適切な演出を行うことが難しい。したがって、ライブパフォーマンスでは、進行や即興演技に対応するため、CG 映像はあらかじめ作成したものを再生するだけでなく、公演中にリアルタイムに変更できることが望ましい。CG を使用し、また、それをリアルタイムに制

御できると、より高度な映像でパフォーマンスの演出を支援することが可能になる。本システムでは、この特徴をより積極的に活かせるよう、舞台上の役者の動きと映像を連動させることを可能とする。役者の動作と映像が自動的に連動するため、役者は、予め作成された映像に合わせて演技を行うのではなく、その時々で自由に演技を行うことができる。また、舞台全体が調和する演出を行うことが可能になる。

役者の動作だけではなく、観客の動作を検出し、その結果に応じて投影する映像を制御することも可能である。観客の動きに連動した映像を提示することによって、観客を積極的にパフォーマンスに参加させることや、演出に使用されている映像が、単純な映像の再生ではなく、ライブパフォーマンスの一部であることを気付かせることができる。

本作品では、能演劇パフォーマンスにおいて、以下の三つのインタラクションを行っている。

- 加速度センサを用いた役者と CG の意識的なインタラクション
- カメラ映像による役者と CG 映像の無意識なインタラクション
- AR 技術を用いた観客と CG のインタラクション

役者と CG の意識的なインタラクションとして、加速度センサを用いて能役者の動作を取得し、これをもとに CG キャラクタを出現させる演出を行う。このインタラクションでは、役者に制御のしくみを説明し、決められた動作を演じてもらうことで意図的に映像を制御してもらう。

カメラ映像による役者と CG 映像のインタラクションでは、役者の舞台上の位置を検出し、その位置に応じて CG 映像の切り替えを行う。このとき、役者には特に説明を行わず、無意識にインタラクションが行われるようにする。

観客と CG のインタラクションでは、Augmented Reality (AR) 技術の活用している。公演中に、観客の頭上を糸が通過するようにし、観客には蜘蛛のカードを糸に掛けてもらうように指示する。多くの観客に挑戦してもらうようにするため、蜘蛛のカードに番号を記述し、終演後に抽選でプレゼントを与えるようにしている。また、糸が客席を移動しているときに、客席の一部を CG 映像と合成し、舞台上のスクリーンに映し出す。

本稿では、これらのインタラクションの実現手法と、インタラクティブ技術を用いて舞台演出を行った創作能の舞台公演について述べる。以下、本稿では、2 章で我々が創作した能演劇の概要について述べる。また、3 章、4 章、5 章で本作品での CG 映像を用いた演出について述べる。さらに、6 章で、公演実施後に観客から得られた評価をもとに我々が行った演出の有効性について議論する。

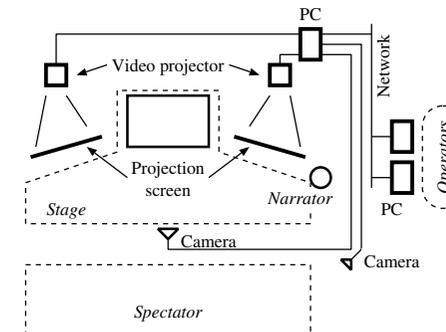


図 1 舞台の間取りと映像投影システム

2. インタラクティブパフォーマンス

2.1 能演劇「蜘蛛の糸」

我々は、芥川龍之介が 1918 年に執筆した小説『蜘蛛の糸』を基にした能演劇「蜘蛛の糸」を創作した。本作品は、日本の伝統的な舞踊である能と狂言の実演を基本として、極楽と地獄の世界を CG アニメーションで表現したものである。舞台上に二つのスクリーンを設置し、極楽、地獄、林道といった背景となる CG 映像を常に表示する。さらに、モーションキャプチャで取得した能のデータを使用し、物語の登場人物を CG キャラクタで表現している。このような演出により、役者の演技だけでは表現が難しい物語の舞台化を実現した。

本作品は、2010 年 2 月にキャンパスプラザ京都にて、2010 年 12 月に龍谷大学アバンティ響都ホールにて上演された。2 回目は 1 回目の内容に改良を加え、CG シーンを追加、インタラクティブな演出、五感を用いた演出を行っている。インタラクティブな演出では、役者と CG 映像のインタラクションだけでなく、観客と CG 映像のインタラクションも取り入れている。また、五感を用いた演出として、役者の舞や CG 映像などによる視覚、語りや歌、音楽による聴覚、お香による嗅覚、糸を触るという触覚を舞台の上演中に体感できるようにしている。味覚については、上演中の実現がむずかしかったため、終演後にアンケートを提出すると菓子がもらえるようにした。

2.2 映像投影システム

「蜘蛛の糸」では、極楽や地獄の様々な場面を、CG 映像を積極的に使用して表現している。「蜘蛛の糸」の公演にあたって、我々は、CG 映像を提示するだけでなく、役者や観客と

CG 映像のインタラクションを実現可能な、センシング機能を持った映像投影システムを開発した。

映像投影システムは、次の機器から構成される。

- プロジェクタ
- スクリーン
- センサ
- 映像レンダリング用計算機
- システム操作用計算機

2010 年 12 月に龍谷大学アバンティ響都ホールで実施した「蜘蛛の糸」の公演では、本システムの機器を図 1 のように設置した。スクリーンには背面投写型のものを用いて、舞台の奥にプロジェクタを設置し、映像を投影した。これによって、役者は、スクリーンに影を作ることなく、スクリーンの前で演技を行うことが可能になる。観客に提示する映像は、映像レンダリング用計算機で作成し、当該計算機に接続されたプロジェクタから投影される。スクリーンに投影する映像は、パフォーマンスの進行に応じて、オペレータによって制御される。

本システムは、映像を出力するだけではなく、外部デバイスからの入力を利用できる。「蜘蛛の糸」の舞台では、カメラや加速度センサを用いて、役者や観客の動きを検出し、それを CG 映像に反映させた。このように、役者や観客に動作を取得し映像に反映させることによって、ライブパフォーマンスとしての演出を行うことができる。

また、舞台の創作や稽古、リハーサルにおいては、投影するコンテンツやシステムそのものの調整を行う必要がある。これらを行うために、映像レンダリング用計算機とネットワークで接続された別の計算機を、舞台を見える位置に設置し、当該計算機を用いてオペレータがシステムの操作を行う。

3. 加速度センサを用いたインタラクション

3.1 役者の動作の検出

役者の動作に応じた演出を行うため、役者に加速度センサを装着し、これから得られる値を調べることで、役者が行っている能の動作の検出を行う。能では、足の動きが特徴的であることから、足の動きを加速度センサで取得する。

検出対象とする能の基本動作を選定するため、予備実験を行った。舞台上で実演する能役者の左下腿の外側に加速度センサを装着し、舞台上で舞う予定の 6 分間の作品を踊ってもらい、



図 2 善知鳥のシーン

3 軸方向の加速度を測定した。X 軸、Y 軸、Z 軸は、それぞれ、足の前後の移動、上下の移動、左右を移動に対応している。

6 分間の舞について分析を行ったところ、すり足では X 軸方向の加速度の変化が一定の周期で変化し、足拍子では Y 軸方向の加速度の変化が急激に変化するという特徴があることがわかった。すり足とは、重心の高さを極めたまま、足裏を舞台面につけて踵を上げずにすべるように進む動作である。また、足拍子とは、いずれかの足を上げ、舞台を踏む動作のことである。本システムでは、これらのすり足と足拍子を検出することにした。

3.2 善知鳥

「蜘蛛の糸」では地獄を表現するいくつかのシーンがあるが、その中のひとつである殺生地獄のシーンで、善知鳥と呼ばれる能の演目をアレンジし、本システムを活用している。善知鳥とは、生前に鳥獣を殺傷した獵師の霊が、地獄に落ちて責め苦を受ける様を表現したものである。地獄に落ちた獵師が鳥に襲われる場面では、獵師を能役者が舞で表現し、鳥をスクリーンに投影した CG キャラクターで表現する。このとき、獵師の動作に合わせて鳥の動きを変化させることによって、鳥が獵師を襲う演出を実現している。

中央のステージ上で舞う能役者に装着した加速度センサから能役者の動作を取得し、能役者が行っている基本動作を検出する。検出した能の基本動作に応じて、舞台上のスクリーンに投影した CG アニメーションをリアルタイムに制御する。役者のすり足または足拍子を検出したときに、CG アニメーションが再生されるようにしている。各動作には、2 種類のアニメーションがあり、いずれかがランダムに表示される。

図 2 は舞台の様子である。スクリーンの CG 映像はすり足を検出した場合の例であり、スクリーン間の役者を左右方向から鳥が襲うアニメーションである。また、図 3 は足拍子を検出した場合の例であり、左は鳥が上下方向に旋回するアニメーション、右は八の字に旋回す

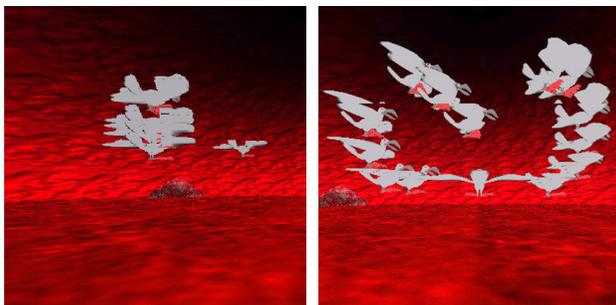


図 3 鳥の CG アニメーションの例

るアニメーションである。

4. カメラ映像を用いたインタラクション

4.1 役者の位置の検出

カメラを用いて舞台を撮影し、得られた画像から舞台の状態を解析し、その結果に応じて、CG 映像を変化させることができる。「蜘蛛の糸」では、能役者が扇を使用して能を舞うシーンで、この機能を活用した演出を行う。

扇に反射材を取り付け(図 4)、カメラで取得した画像中の輝度値の高い領域を調べることによって、扇の位置を検出する。能役者の動作の取得には、能役者が舞う舞台全体を撮影できる位置に設置した USB 接続のカメラを使用する。舞台上を、左、中央、右の 3 つの領域に分け、扇が左右いずれかの領域にある場合、扇がスクリーンに近付いているとする。舞台には強い照明が投光されているため、単純に輝度値の高い領域を抽出するのではなく、前回の画像との差分をとり、能役者が動かす扇の動きを検出する。

4.2 御釈迦様と蓮の舞

「蜘蛛の糸」では、極楽で御釈迦様が蓮と共に舞う、図 5 のようなシーンがある。このシーンは、御釈迦様を演じる能役者と蓮を表現する CG キャラクタとの共演により実現される。舞台中央で能役者が能を舞い、舞台横の 2 つのスクリーンに蓮池を投影する。このとき、CG キャラクタで作成した蓮のアニメーションを御釈迦様を演じる能役者の動作に応じて変化させるようにした。具体的には、能役者の舞台上の位置に応じて、左右のスクリーンに表示する CG 映像を切り替えている。

スクリーンに投影する映像として、予め用意した三つの短い蓮池の映像を使用する。三つ



図 4 反射材を取り付けた扇



図 5 蓮の舞

の映像は、蓮がわずかに動くものから、激しく動くものまでの 3 種類である。図 6 は 3 種類の蓮の映像である。これらの映像は、開始フレームと最終フレームの映像が同じものであり、連続して繰り返し表示しても、蓮の動作が連続したものとなる。また、ある映像が終了した後、他の映像に切り替えても、連続した映像となる。そのため、3 種類の映像を切り替えることで、蓮の動きを自然に変化させることができる。

扇がスクリーンに近づいたことを検出すると、当該スクリーン上の蓮を動きのある映像に切り替える。また、扇がスクリーンに近づいている状態が一定時間継続すると、蓮が大きく動作する映像に切り替える。

5. 観客と CG のインタラクション

5.1 観客の動作の取得

4 章ではカメラを用いて役者の動作を認識し投影する映像を変化させたが、カメラから入力された映像をスクリーン上に投影することも可能である。本作品では、カメラで観客席を撮影し、その映像をスクリーンに投影することにより、観客をパフォーマンスに参加させることを試みている。さらに、AR 技術を用いることで観客席を撮影した映像と CG を合成し、観客の動きと CG キャラクタの表示を連動させるという演出を行う。

観客の動作を取得する手順は、以下のとおりである。

- (1) カメラから観客席の画像を取得する。
- (2) 取得した画像中の各席の領域が同じサイズになるように、アフィン変換を行う。
- (3) 変換した画像を前フレームのそれと比較し、差が一定値以上のピクセルを変化があったピクセルとする。
- (4) 各席の領域ごとに、変化のあったピクセル数を調べ、それが多い領域を変化のあった領域とする。

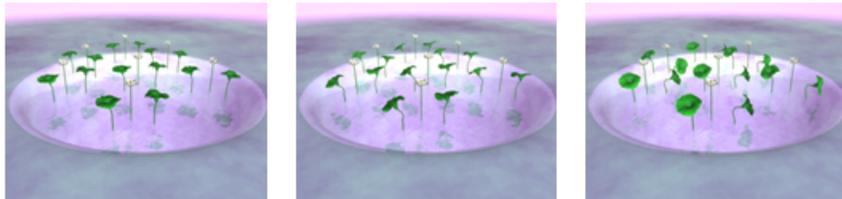


図 6 蓮の CG 映像 (左から、わずかに動く、緩やかに動く、激しく動く)

(5) 変化のあった領域に相当する位置に CG キャラクタを生成する。

観客席の撮影は、舞台上とは異なり暗いため、暗視カメラを用いて行い、舞台横から見下ろす形でカメラを設置する。カメラから取得された映像は、個々の観客席ごとに領域分割され、各領域内での変化が調べられる。すなわち、カメラから画像を得るたびに、前回の画像からの差分が調べられ、一定値以上の差があったピクセルを变化があったものとする。また、変化のあったピクセルが多い領域を变化のあった領域とする。変化のあった領域に相当する観客席の観客は動いたと判断し、観客に対応する CG キャラクタを生成する。生成したキャラクタを配置する位置は、カメラ画像のアフィン変換と同様に、各領域の 2 次元座標を CG の 3 次元空間の座標に変換して算出される。

このように、観客席をカメラで撮影し、各フレーム間の違いを調べることで、観客の動きを検出し、投影する映像に反映させる。(2) で得られた画像は、比較を行うために、次のフレームを処理するまで保持される。また、(1) で得られた画像は、地獄の風景などの 3D CG に合わせアフィン変換が行われたのち、これらと重畳表示される。

5.2 蜘蛛の糸に群がる罪人

「蜘蛛の糸」では、かんだたが登る蜘蛛の糸に群がる多くの罪人を CG キャラクタ用いてスクリーン上に表現する。AR 技術を用いた観客と CG のインタラクションは、かんだたが蜘蛛の糸を登っている途中に下を見下ろすシーンで使用している。観客は、入場時に蜘蛛のカードが与えられており、これを糸に掛けるように指示されている。カードを掛ける様子はカメラで取得され地獄の CG 映像に合成され、舞台上に提示される。また、このとき、観客の動きを検出し、その観客の位置に罪人の CG キャラクタを生成する。このキャラクタには、蜘蛛の糸に群がるようアニメーションが設定されており、観客の動作に応じて、罪人が蜘蛛の糸に群がるような演出が実現される。

このシーンでスクリーンに投影する映像は、次の 4 つから構成される。

- 地獄の風景 … 地獄の底の背景を CG で表現したもの



図 7 罪人が蜘蛛の糸に群がるシーン

- 蜘蛛の糸 … 地獄の風景の中心に降ろされている糸の CG
- 罪人 … 蜘蛛の糸に向かい、糸を登る CG キャラクタ
- 観客の映像 … 観客席をカメラで撮影した映像

まず、スクリーンに蜘蛛の糸が降ろされている地獄の風景が提示される。この地獄の CG 映像上に、観客席を撮影した映像を合成し、観客の動きと罪人の CG キャラクタの表示を連動させる。地獄の風景、蜘蛛の糸、罪人は、3 次元 CG であり、これらとカメラから得られた画像を合成するために、カメラ画像をアフィン変換されたのち合成処理が行われる。カメラ画像から観客の動きを検出し、動きのあった位置に罪人の CG キャラクタを表示し、CG キャラクタには地獄の底に下ろされた糸に向かい、糸を登るアニメーションを適用する。

図 7 は観客と CG のインタラクションを実施している様子である。罪人が糸に群がるシーンにおいて、観客席上を移動する糸に、観客がカードを掛けている。このとき、舞台右側のスクリーンには、観客席のカメラ映像と罪人の CG を合成した結果が表示されている。

6. 評価

6.1 評価方法

公演後、観客を対象に質問紙による調査を行った。本調査では、主に舞台演出におけるインタラクションの効果について、選択肢による段階的な評価とコメントを記述してもらった。

段階的な評価では、役者と CG 映像のインタラクション (役者による CG 映像の操作)、観客と CG 映像のインタラクション (観客が舞台演出に参加するという取り組み)、全体の

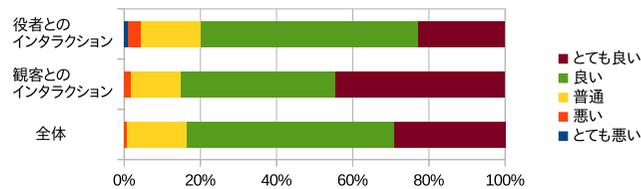


図 8 評価結果

三つの項目について、「とても良い・良い・普通・悪い・とても悪い」の5段階で評価してもらった。観客数は約200名であり、そのうち113名が回答した。評価結果を図8に示す。

6.2 評価結果

三つの項目に関して、否定的な評価は5%未満であり、80%以上の人が肯定的に回答した。全体の評価と二つのインタラクションの効果と比較すると、役者とのインタラクションは、肯定的に回答した人の割合がやや少なかった。一方、観客とのインタラクションは、肯定的に回答した人の割合は全体とあまり変わらないが、「とても良い」と回答した人の割合は44%もあり、全体の29%と比べて多かった。

自由表記のコメントでも、観客とのインタラクションに対する肯定的な意見が多く、関心が高かったと思われる。具体的には、「観客参加型の舞台演出は、今までなかったので興味深かった」、「斬新だった」、「子供むけには良い」などだけでなく、「カードをはさむ手が、後方の客席からは地獄の罪人の手のように見えた」、「客席が地獄のように見えたところが非常に面白かった」、「自分が蜘蛛の糸に群がる人のような錯覚をした」という意見もあり、観客とのインタラクションとARを用いた演出は、予想以上に効果があったと思われる。

役者とのインタラクションについては、「あまり役者の動きとCGの動きとが合っていないように思った」、「役者の動きを見ている観客には気づかない」、「アンケートの項目を見るまで気付かなかった」という意見もあり、事前の説明の有無が評価結果に影響したと考えられる。

7. おわりに

本稿では、CG映像とインタラクティブ技術を舞台演出に取り入れた創作能演劇パフォーマンスについて述べた。計算機を用いてCG映像の作成や制御を行い、舞台上に映像を投影することができるシステムを構築し、実際の舞台演出で使用した。また、本システムによ

て、カメラや加速度センサを用いて役者や観客の動作を取得し、これをもとに投影する映像をリアルタイムに変化させる演出を実現した。本作品の公演実施後に観客より得られた評価により、舞台演出におけるインタラクションの有効性を確認した。今後は、公演での経験を活かし、異なる舞台作品を創作する予定である。

謝辞 舞台制作および上演に協力いただいた能法劇団、役者、スタッフの方々、舞台写真を撮影して頂いた村中修氏に謝意を表す。本研究の一部は、中山隼雄科学技術文化財団の助成による。

参考文献

- 1) Gieseckam, G.: *Staging the screen the use of film and video in theatre*, Palgrave Macmillan (2008).
- 2) Meador, W.S., Rogers, T.J., O'Neal, K., Kurt, E. and Cunningham, C.: *Mixing dance realities: collaborative development of live-motion capture in a performing arts environment*, *Comput. Entertain.*, Vol.2, No.2, pp.12-12 (2004).
- 3) 牧 成一, 竹川佳成, 寺田 努, 塚本昌彦: ダンスパフォーマンスのための動作に基づく映像効果制御システム, 情報処理学会研究報告. EC, エンタテインメントコンピューティング, Vol.2009, No.26, pp.53-58 (2009).
- 4) わらび座デジタル・アート・ファクトリー: <http://www.warabi.or.jp/daf/>.
- 5) 曾我麻佐子, 芝 公仁, ジョナサルズ: 3次元モーションデータを活用した創作能パフォーマンス, 映像情報メディア学会誌, Vol.65, No.2, pp.218-223 (2011).
- 6) 藤田健太郎, 曾我麻佐子, 芝 公仁, ジョナサルズ: モーションデータとCG映像を活用した能演劇パフォーマンス, 第26回 NICOGRAPH 論文コンテスト論文集 IV-4 (2010).