

観客参加型 YOUPLAY でのインタラクティブシステム運用

磯山 直也¹ 木下 晶弘^{2,3} 出田 怜¹ 寺田 努^{1,4} 塚本 昌彦¹

概要: 本稿は、参加型演劇 YOUPLAY で用いたインタラクティブシステムについて報告する。YOUPLAY とは、一般の参加者が演者となり、決められた物語の中で役を演じる舞台となっている。舞台は床一面壁一面に映像が投影されており、舞台の天井にカメラを仕込んだり、参加者がセンサを身に着けることによって、映像や音声インタラクティブに変化し、参加者は物語の中に没入して演じることができる。YOUPLAY はこれまでに YOUPLAY Vol.0 (03/20-24, 2013) と YOUPLAY Vol.1 (11/16-24, 2013) の 2 度、大阪梅田の HEP HALL にてそれぞれ全 40 公演ずつ行っており、参加者の様々な反応を見ることができた。実運用を通じて確認できたシステムの有用性や不具合、またその改善策について記述する。

Actual Use of Interactive System on YOUPLAY

NAOYA ISOYAMA¹ WORRY KINOSHITA^{2,3} RYO IZUTA¹ TSUTOMU TERADA^{1,4} MASAHICO TSUKAMOTO¹

Abstract: In this paper, we report some interactive systems for a participatory theatrical performance named YOUPLAY. In YOUPLAY, each general people who is usually audience becomes an actor and plays a role of a character in the performance. He/she wears several equipments such as sensors and microphone, and experiences an interactive story. We explain the detail of system for YOUPLAY, and show the knowledge from 80 actual stages for two weeks. We describe system usability, trouble and its remedy that we have confirmed through actual uses.

1. はじめに

近年、センサの小型化や、センシング技術の向上により、人の行動を認識し、それに対応したサービスを返すインタラクティブなシステムの発展が目覚ましい。このようなシステムはエンタテインメントの分野と親和性が非常に高く、観客が参加したり体験したりできるインタラクティブな演出を行なったステージパフォーマンスやメディアアートに注目が集まっている。我々はこれまでに人の行動に合わせた反応を返すインタラクティブなコンピューティング技術と、昔から多くの人々に親しまれている演劇を組み合わせた参加型演劇 YOUPLAY を提案し、2 度の期間に分け

て (YOUPLAY Vol.0 と YOUPLAY Vol.1)、全 80 公演行なった。図 1 は公演中の様子である。演劇は、俳優が舞台上で役を演じ、聴衆が観客席から見て楽しむというのが一般的なスタイルである。YOUPLAY は、演劇をもっと多くの人に娯楽として提供することを意図して、一般の参加者が演者となり、協力して、決められた物語の中で役を演じる舞台となっている。参加者には設定の書かれた役柄、小道具と衣装が与えられ、それぞれ基本的にアドリブで物語を展開し、そのアドリブに合わせて、床一面と壁一面に対して投影された映像や舞台上のスピーカと個々に与えられたヘッドホンから音が出される。これらの映像や音声による演出の一部にインタラクティブ性を付与することにより、参加者が演劇の世界観に没入しやすいようにした。本稿では、インタラクティブ性付与のために仕様したシステムやその演出内容について報告する。

¹ 神戸大学
Kobe University
² オリジナルテンポ
ORIGINAL TEMPO
³ sunday
⁴ 科学技術振興機構さきがけ
PREST, JST



図 1 YOUPLAY の公演中の様子

2. 関連研究

近年、ステージパフォーマンスやメディアアート等において、画像処理が装着型センサを用いたインタラクティブなものが多数登場している。このようなシステムは観客が体験したり、参加したり、演出の世界観に入り込んだりといった、これまでには味わえなかった楽しさを得ることができる。

例えば、Jellyfish Party[1]は、息を吹き込むことでヘッドマウントディスプレイを通して現実空間内にシャボン玉のCGが飛び出すインスタレーション作品である。livePic[2]とThermoRetouch[3]では、スクリーンの後ろに赤外線サーマルカメラを備えることによって、観客が触れたり、息を吹きかけたりした際の表面上の温度の変化を認識し、スクリーン上に投影された映像が変化する。筆者らの研究グループでも、鉛筆などで描いた部分が導電性をもつことに着目し、絵に触ると音が流れる絵楽器[4]、息を吹きかけた位置と強さがわかるインタラクティブスクリーンを用いたメディアアート作品「34°_41.38'N 135°_30.7'E」[5]など多数のセンサ融合型インタラクティブシステムを構築している。WiiやXbox+Kinect、Playstation+PS Moveなどの体感型ゲーム機でも同様にインタラクティブ性があることでユーザはゲームの世界に入り込むことができる。

ステージパフォーマンスにおいても、観客が舞台上の演出に関わることができる試みがなされている。古くは、1994年から平沢進氏が「インタラクティブ・ライブ[6]」を行っており、会場内に仕掛けた独自のインタフェースを介して観客が映像への介入ができる演出をしている。スマートフォンを介して参加できる試みも多く、Plastikmanがツアー用にリリースしたiPhoneアプリケーションSYNK[7]では、観客はアプリを通じて、音やステージ上のLEDをコントロールできる。iPhoneアプリケーションDROW[8]は、観客がiPhoneの画面上で描いた絵をステージ上のス



図 2 キャラクターの設定

クリーンに投影できる。

上記のように、観客が参加・体験できるエンタテインメントが注目を集めており、YOUPLAYでは、観客がセンサを身につけてインタラクティブに変化する演出の中で「演じる」ことを楽しむことを目的としている。

3. 観客参加型演劇 YOUPLAY

YOUPLAYの概要について述べる。基本的には1ステージ10名の演者(一般人)が10種類のキャラクター(図2)のどれかを割り当てられ、さまざまなイベントをこなしつつインタラクティブにストーリーを進めていくものである。参加したい場合、あらかじめなりたいキャラクターと公演日時を決めて予約し、当日は現地で指定の衣装と、ヘルメットを装着し、キャラクターに応じた小道具を持って公演に参加する。それぞれ参加者は、予約時にウェブサイト上で公演内容の大きな設定とストーリーを知ることができる。上演時間はおよそ30分間で、物語の中でいくつかの分岐点があり、マルチエンディングとなっている。

4. インタラクティブシステム

YOUPLAYでは一般のお客さんにアドリブで演じさせるため、システムオペレータは参加者がどのように動くか予測できない。しかし、演劇の世界観に没入させるために、参加者の動きに合わせた演出が必要となる。そこで、衣装として装着させるヘルメットと小道具(虫取り網)にセンサを搭載したシステムを組み込むことによって、インタラクティブな演出を可能とする。Vol.1のシステムはVol.0でのシステムにさらに機能を追加したものであるため、Vol.1でのシステムについて説明する。

4.1 ヘルメット用システム

それぞれ参加者が装着するヘルメットを図3に示す。メイン基盤は後頭部に設置され、マイクロコンピュータ(Arduino Nano)、MP3ファイル再生アドオンモジュール(MP3-4NANO)、無線通信用機器(XBee-PRO Series 1, 以

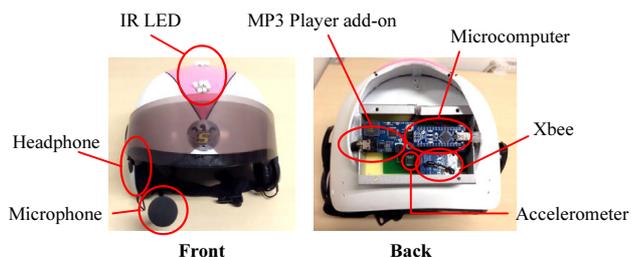


図 3 ヘルメットのシステム構成図



図 4 参加者の周りに明かりの映像が投影される。

下 Xbee), 加速度センサ (#KXM52-1050 (XYZ $\pm 2G$)) から構成され, 頭頂部の複数の赤外線 LED, 口元へ伸びたマイクروفオン (BOB-09868) につながり, さらにオーディオケーブルでヘッドホンにつながっている。周囲の音が十分に聞こえる必要があるので, ヘッドホンと耳には間を開け, 周囲の音声, ヘッドホンからの音声どちらも聞こえるようにした。

赤外線 LED はオペレータ室の PC から Xbee を用いて送信された信号を受信することで ON/OFF が切り替えられ, 舞台天井に設置した 2 台の広角 Web カメラ (iBUFFALO BSW20KM11BK, 視野角 120 度) により赤外線 LED の点灯を撮影することで, 参加者の位置のトラッキングを行なう。トラッキング情報は, 参加者に映像が追従したり, 位置に合わせてヘッドホンから聞こえる音声の音量が変化したりといった演出に用いる。また, 加速度センサにより参加者の動きを認識し, マイクروفオンにより参加者が声を発したかどうかを認識する。MP3-4NANO には音声が入った SD カードが差し込まれており, Xbee からの信号や, 加速度センサの認識結果に応じて音声をヘッドホンから再生する。図 4 は, ライトが灯されていることを意図した画像が参加者を追従している様子であり, 各参加者が「ライトオン」と大きな声で言うと表示される。

4.2 虫取り網用システム

虫取り網は図 5 のような構成である。システムにはマイクロコンピュータ (Arduino Fio), リチウムイオン電池, Xbee, Serial SRAM Chip, 加速度センサが含まれている。加速度センサによって網を振る動作を認識し, 認識すると Xbee から PC へと信号が送信される。加速度センサに

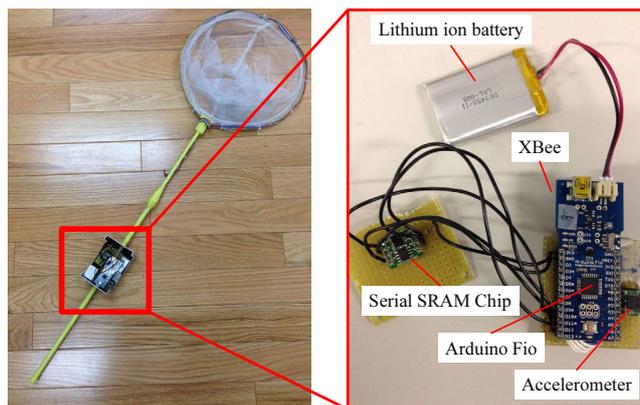


図 5 虫取り網のシステム構成図

よって「上から振り下ろす」「水平方向に降る」の 2 種類の振りの動作を認識し, 認識すると Xbee からオペレータ室の PC へと信号が送信される。PC は信号を受信すると, 2 種類の振りのそれぞれに応じた音を舞台全体用スピーカから出力する。Arduino Fio のみでは, 行動認識のためにデータを保存するには SRAM のメモリ容量が不足したため Microchip Technology 社のシリアル SRAM チップを用いてメモリ容量の拡張を行なっている。

網を振る行動は学習データを用いた波形マッチングによる認識を行った。網を振り終えた後に認識して音を鳴らすと, 参加者が意図するタイミングよりも遅く音が出力され, 参加者や観覧者に対して違和感を与えてしまう。そこで YOUPLAY では筆者らが提案する早期認識の手法 [10] を用いることで, 網を振っているタイミングで効果音を出力し, 臨場感のある演出を可能にした。

4.3 工夫点

加速度センサやマイクروفオンによる参加者の行動の認識はセンサが接続された Arduino のみで行ない, 結果を無線で PC に集約させた。Vol.0 の際には, 生データを PC へ無線で飛ばし, PC で認識処理を行なうことを試みたが, 電波環境上受信データが途切れ途切れになり, 加速度データによる行動認識を行なえるような状態ではなかった。事前に現場環境で無線のテストを行なった際にはデータが途切れることはなかったが, 映像や音響を含めた全てのシステム設営がされた後にデータ受信の確認をしたところ, データが途切れ途切れとなっていた。演出デザイン段階でこのような事態を想定していたため, 加速度センサによる認識は物語の進行には問題が無かったが, 臨場感を減らす演出となってしまった。マイクروفオンによる認識の代替策として, 「ライトオン」と言ったかどうかを目視で確認し, 各参加者に対応するキーをキーボードにより押下することで映像出力のトリガーとした。しかし, 発言者に対応するキーの確認に時間がかかったり, 発言者を間違えてしまって違う参加者の所に映像が出力されてしまうことが

あった。そこで Vol.1 では Arduino のみで認識結果を算出し、その結果を PC から受信したことの返信があるまで送り続けるようにした。また、不要な場面で認識を行なってしまうないように、PC から XBee で信号を送信することにより、認識処理を行なうかどうかを切り替えた。

虫取り網を使う場面は序盤の参加者の自己紹介の場面と床にプロジェクターで投影されたねずみの映像を追いかけて網で捕まえる場面の 2 箇所のみであり、不要な場面での効果音の出力を防ぐために、その他の場面では音声が出力されないようにした。キャラクター紹介の場面では虫取り網を使って虫を捕まえる演技をさせるなど網に注目が集まる演出をした。

位置のトラッキングについては、参加者それぞれの位置を個別に把握するために、参加者のヘルメットに装着された赤外線 LED を 1 つずつ点灯していき、各点灯タイミングでその光がカメラで撮られた位置にそれぞれのキャラクターに割り当てた ID を当てはめる。1 度トラッキング用の ID が割り当てられると、その後はすべての赤外線 LED は点灯し、カメラ撮影の毎フレームごとに前のフレームで ID が割り当てられた位置と、現在のフレームで検出された各光の位置の最も近い位置に更新していくことでトラッキングを行なう。参加者同士が近付くことによってトラッキング ID が間違った参加者の位置に割り当てられてしまうようなエラーが起きた際には、再度 ID の割り当て処理を実行する。上記機能を可能なプログラムを実装してテストしたところ、PC のカメラ画像取得の処理が遅く、カメラのフレームレートを 9fps 程度しか出すことができず、全 ID を割り当ててる間に最初の方に割り当てられた ID の位置が大きすぎてしまい、本番で使える状態にならなかった。そこで、オペレータがカメラの取得画像が表示されたディスプレイを見ながらマウスとキーボードを使って手動で ID を割り当ててる方法をとった。図 6 右のようにカメラの取得画像を二値化した画像がディスプレイに表示され、白い部分をクリックするとそこにキーボードで指定した ID 番号が割り当てられ、図 6 左のような表示により ID とその位置の確認ができる。この手動によるトラッキング ID 割当修正作業には、この作業だけを行なうオペレータを 2 名用意し、ミスが少なくなるようにした。1 人の参加者だけをトラッキングするシーンがあるが、そのシーンではその参加者の赤外線 LED のみを点灯させることで、より確実にトラッキングできるようにした。カメラを 2 台用いているのは、1 台では舞台全体を撮影できなかったためである。

位置のトラッキングについて、Vol.0 の際には上記のシステムに不具合があったため、図 7 に示すようなタブレット PC 上で指でアイコンの位置を動かすことで出力する映像の位置を操作できるソフトウェアを実装し、タブレット PC を 2 台用意し、オペレータ 2 名で操作を行なった。しかし、オペレータ 1 名で 5 人の参加者を追いかけること



図 6 手動でトラッキング ID を割り当てる。



図 7 タブレット PC 上で映像出力の位置を操作する。

は難しく、物語の内容を考慮してトラッキングの正確さについて各キャラクターに優先順位をつけることとなった。また、指で操作していてもカメラでトラッキングを行なう方法と比べて映像の動きが滑らかにはならなかったり、実際の舞台上とタブレット上での位置関係の把握が難しくなったりした。

4.4 参加者の反応

自分の発言に合わせて映像が変化したり、映像が追いついたりすることに驚いたり、喜んだりといったポジティブな印象を受ける参加者がほとんどであった。しかし、映像による演出はミスもわかりやすく、実際に映像が追従しないと「ついてきていない！」と言う参加者も多く、物語の世界から抜け出させてしまっていた。人に映像が追従してついてくるといった演出は、視覚的でわかりやすい変化であるため、うまく働いていないと違和感も大きくなる。公演後の参加者のアンケートでは、「楽しかった」、「もっとやりたかった」、「次回作も期待しています」といったポジティブな記述が大半であったが、ネガティブな意見も一部あり、そのほとんど映像が追従していないことへの意見であった。こういった演出を行う際にはエラー対策やロバストネスの強化が重要である。

ヘルメットに内蔵した加速度センサを用いて、ジャンプと重力が軽くなったようにゆっくり歩くことを認識し、それに合わせて音を出力した。この機能に関しては劇中では使用シーンが短く、音も個人のヘッドホンにおいてのみ聞

こえるので、それに対する参加者の具体的な反応はわからなかった。ゆっくり歩くシーンにおいて、本公演では参加者によって歩き方は様々であったが、統一感のある歩き方をさせるといった演出をしたい場合も考えられる。その際に、音が出力される認識アルゴリズムの認識条件を厳しくすることで、うまく音が鳴るような動きになるように参加者を自然に動かせることも狙える。

虫取り網の効果音に関しては、網を振り効果音が発生すると参加者らが驚きを示したことから参加者に振りと音が連動していることを認識させることができていたことがわかる。Vol.1 と効果音システムを組み込んでいなかった Vol.0 を比べると、参加者の動きが大きくなり、音も出力させることから観覧者もより楽しめたと考えられる。

5. まとめ

本稿では、これまでに 80 公演を行なった観客参加型演劇 YOUPLAY について説明した。本公演を通して、観客自身が演者となり物語を進めていく観客参加型演劇 YOUPLAY が多くの人に楽しまれ、物語が破綻することなく公演を終えられることがわかった。映像や音声に参加者(演者)の動きに合わせて変化することによって没入感が増し、参加者が照れることなく迫力ある動きをできることがわかった。YOUPLAY Vol.0 と Vol.1 はともに大規模なシステムでの開催となったが、骨伝導スピーカや頭部装着型ディスプレイを使うことでより汎用的に開催できる仕組みについても検討する。

謝辞 観客参加型演劇 YOUPLAY は、HEP FIVE が主催、HEP HALL と株式会社リコモーションが企画制作を行った。開催するに当たりご協力いただいた HEP HALL プロデューサー星川大輔氏を始めとするスタッフの方々に感謝の意を表す。本研究の一部は、科学技術振興機構戦略的創造研究推進事業(さきがけ)および文部科学省科学研究費補助金挑戦的萌芽研究(25540084)によるものである。ここに記して謝意を表す。

参考文献

- [1] Y. Okuno, H. Kakuta, and T. Takayama: Jellyfish Party: Blowing Soap Bubbles in Mixed Reality Space, *Proc. of the 2nd International Symposium on Mixed and Augmented Reality (ISMAR 2003)*, pp. 358–359 (Oct. 2003).
- [2] M. Katsura and M. Inakage: livePic, *Proc. of the 33th International Conference and Exhibition on Computer Graphics and Interactive Techniques (SIGGRAPH 2006)* (July 2006).
- [3] D. Iwai and K. Sato: Heat Sensation in Image Creation with Thermal Vision, *Proc. of the 2nd International Conference on Advances in Computer Entertainment Technology (ACE 2005)*, pp. 213–216 (June 2005).
- [4] Y. Takegawa, K. Fukushi, T. Machover, T. Terada, and M. Tsukamoto: Construction of a Prototyping Support System for Painted Musical Instruments, *Proc. of the 9th Advances in Computer Entertainment Conference*

- (*ACE 2012*), pp. 384–397 (Nov. 2012).
- [5] N. Isoyama, T. Terada, and M. Tsukamoto: An Interactive Surface that Recognizes User Actions using Accelerometers, *Proc. of the 12th NICOGRAPH International 2013*, pp. 72–80 (June 2013).
- [6] 平沢 進: インタラクティブ・ライブ: <http://noroom.susumehirasawa.com/modules/artist/interactive-live.html>.
- [7] SYNK: <http://hexler.net/software/synk>.
- [8] DROW: <http://drow.jp/>.
- [9] YOUPLAY: <http://youplay.jp/>.
- [10] R. Izuta, K. Murao, T. Terada, and M. Tsukamoto: Early Gesture Recognition Method with an accelerometer, *Proc. of the 12th International Conference on Advances in Mobile Computing and Multimedia (MoMM2014)*, pp. 43–51 (Dec. 2014).