

# 龍舟の戯の再現と対話型展示を目的とした モーション記述・編集システム

萩原 智大 (龍谷大学大学院 理工学研究科)

野坂 尚輝 (龍谷大学 理工学部)

曾我 麻佐子 (龍谷大学 先端理工学部)

**概要：**「龍舟の戯」は、琉球王朝時代に催された祭事であり、龍潭（池）で舟による競漕や琉球舞踊が披露されていたとされている。本研究では、祭りの様子と舞踊を再現した対話型コンテンツを博物館で展示することを目的とし、モーションデータと AR 技術を用いた祭事展示システムの開発を行っている。本稿では、舟および舞踊の動きを記述・編集するシステムとして、振付作成システム、経路作成システム、対話型祭事鑑賞システムについて述べる。さらに、琉球舞踊のモーションアーカイブの有用性を検証するため、振付作成システムを用いて若衆の古典舞踊の再現を行った。

**キーワード：**モーション, 琉球舞踊, インタラクション, AR, 博物館

## Motion description and editing system for reproduction and interactive exhibition of the dragon boat race

Tomohiro Hagihara (Graduate School of Science and Technology, Ryukoku University)

Naoki Nosaka (Faculty of Science and Technology, Ryukoku University)

Asako Soga (Faculty of Advanced Science and Technology, Ryukoku University)

**Abstract:** The Ryushu-no-gi (dragon boat race) was a festival held during the Ryukyu Dynasty, in which boat races and Ryukyu dances were performed at Ryutan pond. In this research, we have developed an exhibition support system using motion data and augmented reality technologies with the aim of exhibiting interactive contents that reproduce festivals and dances in a museum. This paper describes a choreography creation system, a route creation system, and an interactive festival viewing system for describing and editing racing boats and dance motions. In addition, a classical Wakashu dance, as performed by young people, was reproduced by the choreography creation system to verify the usefulness of the motion archive for Ryukyu dance.

**Keywords:** Motion, Ryukyu Dance, Interaction, Augmented Reality, Museum

### 1. はじめに

近年、モーションキャプチャ技術の発達により、舞踊などの人体のモーションデータもデジタルアーカイブに蓄積されるようになった[1]。そのため、舞踊のモーションデータを用いた祭事や伝統舞踊をデジタル技術で再現する研究が行われている[2]。また、VR(Virtual Reality)技術や AR(Augmented Reality)技術を用いたコンテンツを博物館の展示に導入する事例[3]が増加している。そこで本研究では、舞踊のモーションデータを活用したCGコンテンツを制作し、対話型コンテンツとして博物館等で展示することを目的として、モーションデータとAR技術を用いた祭事展示支援システムの開発を行っている。

モーションデータを用いた祭事の博物館展示に関する関連研究として、3DCGとモーションデータを用いて祇園祭の山鉾巡行を再現した研究[4]が報告されている。この研究では、3枚

のモニタと4個のスピーカーを使用し、CG再現した祇園祭を鑑賞するシステムを開発している。本研究では、博物館での展示支援を目的とし、AR技術とジオラマ、タブレットを使用し、手軽に祭りの再現と鑑賞を行えるシステムの開発を目指している。

また、過去の資料から舞踊が踊られていた祭事を再現した関連研究として、舞台となる神社境内の建築物とその敷地内で踊る舞楽者をCGで再現し、モーションデータを用いて天野舞楽曼茶羅供を再現した研究[5]が報告されている。この研究では、モーションキャプチャにより古典舞踊の振付を最初から最後まで通して収録し、CGアニメーションとして天野舞楽曼茶羅供を再現している。本研究では、舞踊のモーションデータを再構成可能な形式でアーカイブ化し、これらを組み合わせることで様々な舞踊コンテンツを作成することを目的としている。

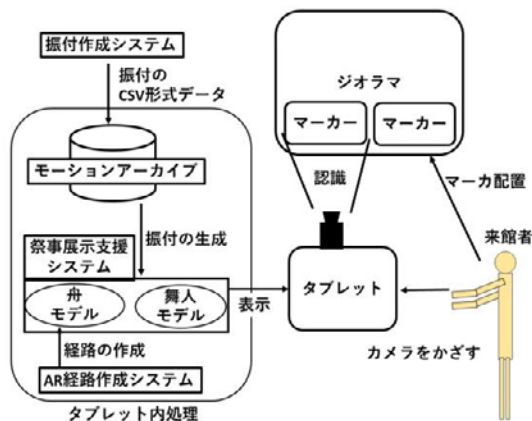


図 1：システムの概要図

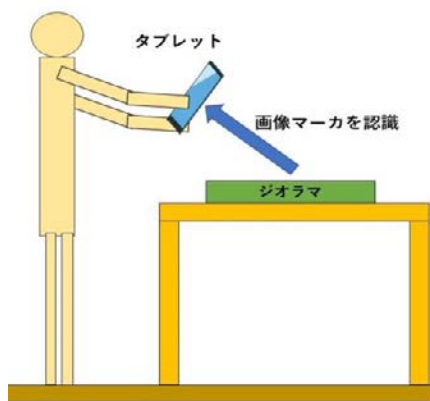


図 2：システムの実行イメージ図

本研究では、琉球王朝時代に沖縄県で催された祭事の演目である「龍舟の戯」の再現と対話型コンテンツの制作を目指している。龍舟の戯を再現するためには、舟の上で踊る舞人の表現が必要である。本稿では、対話型システムにおいてこれらを制御するためのデータ構造とモーションの記述・編集手法を提案する。舟や車などの移動する舞台の上で舞人が踊るための階層構造を作成し、舞台と舞人が持つアニメーション情報を編集可能とすることで幅広い祭事に適用することが期待できる。さらに、博物館における展示支援および興味喚起に活用するためには、対話型コンテンツとして制作することが望ましい。そこで本研究では、AR技術を用いてジオラマに舞人と舟のCGを重ねて表示させるシステムの試作を行った。

また、「龍舟の戯」における舞人の踊りは一部の挿絵でしか記録されておらず、当時の踊りを厳密に再現することは不可能である。そこで本研究では、「龍舟の戯」で踊られていた振付に近いと考えられる若衆踊りの再現を試みる。これまでに蓄積した琉球舞踊のモーションアーカイブと振り作成システムを用いて若衆踊りの古典作品の再現を行い、モーションアーカイブと振りシステムの有用性を検証する。

表 1：モーションアーカイブリスト

		男踊り		女踊り	
収録方法	カテゴリ	動作数	例	動作数	例
Mocap 全身収録	脚	39	しご	28	しにくい
	腕	29	構え	23	ほかけの手
	つなぎ	2	歩みからしご立ち	5	左足の準備足
	方向転換	1	左回りで後ろを向く	4	右回り
LeapMotion 収録	指	1	男の手	5	月み手の指
合計		72		65	

## 2. 龍舟の戯の再現

「龍舟の戯」は、琉球王朝時代に中国からの使者を迎えるために催された重陽宴の演目である。「龍舟の戯」は、沖縄県の首里城前にある龍潭(池)で行われていたとされており、沖縄県の競漕用の舟である爬龍船の上に漕ぎ人・楫取り・鐘打ち・旗振り・太鼓打ちに加えて琉球舞踊を踊る舞人の合計 15 人程が乗っていたと伝えられている。本研究では、「龍舟の戯」を再現した展示コンテンツを作成するため、振り作成システム、AR 経路作成システム、祭事展示支援システムの開発を行った。

展示コンテンツは図 1 に示すようにジオラマにタブレットをかざして鑑賞することを想定しており、AR 技術を用いてカメラで入力した実写映像に CG アニメーションが重畳表示される。

振り作成システム[6]は基本動作を組み合わせて対話的に振りを作成するものであり、作成した振りリスト保存し、祭事展示支援システムに導入することができる。今回は、「龍舟の戯」で踊られていた振付に近いと考えられる琉球舞踊の若衆踊りを作成するため、主に男踊りの基本動作アーカイブを使用する。

舟の経路を作成するために AR 経路作成システムを開発した。舟の移動可能範囲をジオラマの龍潭池の範囲内に収めるため、ジオラマの隣で実際の大きさを比較しながら経路を作成できるようにした。

祭事展示支援システムでは、振り作成システムで作成した振りと AR 経路作成システムで作成した経路を AR マーカに割り当てることで、舟の上で踊る舞人を作成する。現実空間ではジオラマの上にユーザが自由に AR マーカを配置する。タブレット上の AR 空間では、ジオラマ上に置いた AR マーカは舞人が乗る舟のアニメーションに置き換わって表示され、「龍舟の戯」を再現した展示コンテンツとして鑑賞することができる。

## 3. 琉球舞踊のモーションアーカイブ

### 3.1 モーションアーカイブデータ数

琉球舞踊のモーションデータは 2 人のプロダンサーの実演により光学式のモーションキャプチャシステムで収録した。また、琉球舞踊には指

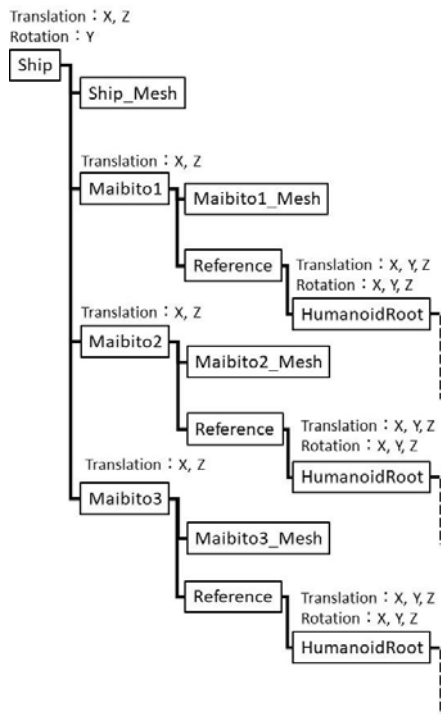


図 3：舟と舞人の階層構造

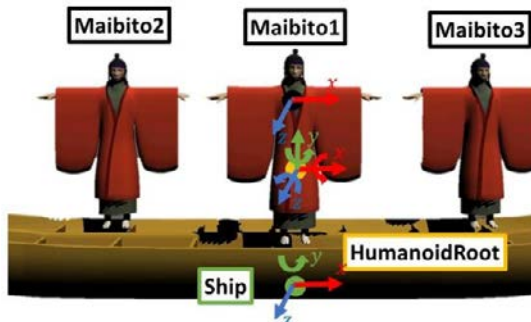


図 4：モデルが持つ情報

の所作が重要な基本動作があるため、指のモーションを非接触ハンドトラッキングセンサである LeapMotion で収録し、モーションキャプチャシステムで収録した身体データと指のデータを統合した。収録したモーションデータは、全身、腕、指に分節化し、再構成可能なモーションアーカイブとして保存する。モーションアーカイブをカテゴリに分けて個数を表記したリストを表 1 に示す。基本動作のカテゴリは脚がメインの動作と腕がメインの動作、つなぎが基本動作間のつなぎの動作、回転が後ろを向くなどの方向転換の動作である。Mocap で収録した身体の基本動作の動作数は 131 個あり、若衆踊りで踊られる男踊りの動作数は 72 個、女踊りの動作数は 65 個である。指動作は、男踊りと女踊りを合計して 6 個である。全身のモーションデータのうち、左右反転やサイクリックモーションなど

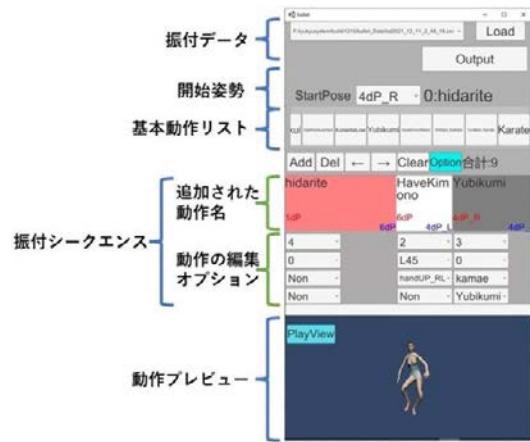


図 5：振り付作成システムの実行例

の加工をしたモーションデータは 10 個である。振り付の再構成を容易にするための付加情報として全身の基本動作の開始・終了姿勢を定めている。開始・終了姿勢は、足の配置と膝の曲げ伸ばしで決定しており、足の配置 4 種類と膝の曲げ伸ばし 2 種類の組み合わせにより、8 種類の姿勢がある。さらに、特殊な足の配置として座っている姿勢と動かない姿勢の 2 種類あるため、開始・終了姿勢は合計 10 種類である。

### 3.2 祭事再現のための階層構造

「龍舟の戯」では舟の上で舞人を踊らせるため、舟と舞人で別の移動・回転情報を扱う必要がある。舞人が乗る舟の階層構造を図 3 に示す。また、それぞれのモデルが持つ情報を図 4 に示す。Ship は爬龍船モデル全体の親であり、その子に爬龍船モデルのメッシュである Ship\_Mesh と舞人モデル全体の親である Maibito1~n を入れることで、Ship を移動させると Ship\_Mesh と Maibito も同じだけ移動するため、爬龍船に舞人が乗っている状態にできる。爬龍船に乗せる舞人は現在のところ 1~3 人であり、全ての舞人を爬龍船の子に入れる。Reference は舞人の骨格の親を格納している。HumanoidRoot は舞人の腰の関節であり移動情報と回転情報を持つ。HumanoidRoot より子の関節は回転情報のみを持つ。爬龍船は y 軸の回転情報と x 軸と z 軸の移動情報を持たせ、舟の移動に必要な情報を操作可能としている。

## 4. モーション記述・編集

### 4.1 振り付作成システム

舞人の振り付を作成するためのシステムとして、振り付作成システムを開発した。振り付作成システムの実行例を図 5 に示す。舞踊には様式があるため、専門知識を持っていないと様式に合った振り付を作成することができないといった問題が





図 6 : AR 経路作成システムの実行例

ある。そのため、様式化した琉球舞踊の基本動作のモーションアーカイブを時系列順に組み合わせることで様式に合った舞踊の振付を簡易的に作成することができる。また、基本動作のモーションアーカイブには開始・終了姿勢の情報を付加しているため、動作間の姿勢を合わせることで自然に動作間が繋がる振付を作成できる。前動作に合った姿勢の動作は基本動作リストに自動で表示される。アーカイブ化していない基本動作を再現するために身体の基本動作から腕と指の動作を差し替えることで新しい基本動作を作り出す。作成した振付は、基本動作名と拍数、身体方向、差し替えた腕の動作名、差し替えた指の動作名の 5 つの情報を CSV 形式で保存することができ、振付を祭事展示支援システムに読み込ませ、祭事の再現に使用する。

#### 4.2 AR 経路作成システム

舟および舞人の移動経路を作成するために、AR 経路作成システムを開発した。AR 経路作成システムの実行例を図 6 に示す。現実世界のジオラマに合わせて経路を作成しやすくするため AR マーカーを使用し、移動経路として 1 つのベジェ曲線をインタラクティブに作成する。AR マーカーとして 4 つの異なる画像マーカーを使用し、原点、経路の始点と終点、制御点を入力する。原点マーカーの位置を AR 空間の原点とし、経路の始点と終点、制御点のマーカーの位置は原点マーカーからの相対座標として取得する。

作成した曲線に沿って舟が行き来するアニメーションを作成するため、曲線上に一定間隔で通過点を設定し、その通過点に沿って舟モデル



図 7 : 祭事展示支援システムの実行例

の Ship ノードの  $x, z$  座標の移動を行う。さらに、舟に進行方向を向かせるため、 $y$  軸中心の回転を行う。経路は、始点、終点、制御点マーカーを動かすことによりリアルタイムに更新されるため、試行錯誤することができる。作成した経路のアニメーションは舟を表す AR マーカーに割り当てて保存することで、AR 祭事展示支援システムで共有することができる。

#### 4.3 AR を用いた祭事展示支援システム

「龍舟の戯」の再現と展示をするために AR を用いた祭事展示支援システムを開発した。祭事展示支援システムの実行例を図 7 に示す。祭事展示支援システムは、ユーザが龍潭のジオラマ上の任意の位置に画像マーカーを配置し、舞人が乗る爬龍船モデルを重畳表示させることで「龍舟の戯」を再現する対話型展示システムである。爬龍船に乗る舞人を再現するために、振付作成システムで作成した若衆踊りの振付の csv データを読み込ませ、1 隻の爬龍船に乗せる舞人の人数を選択することでジオラマの上に重畳表示させる爬龍船を作成する。爬龍船を移動させる経路の作成を AR 経路作成システムで作成し、保存した後、龍潭のジオラマの上に配置した画像マーカーで重畳表示させる。「龍舟の戯」では 3 隻の爬龍船が龍潭に浮かんでいたという記録[7]から、爬龍船と経路の保存は 3 つまで対応でき、爬龍船の保存番号と同じ保存番号の経路に沿わせて移動させるようにしている。保存した経路を重畳表示させる画像マーカーは回転や移動させることで直感的に爬龍船が移動する経路の位置を変更することができるため、簡単に「龍舟の戯」の作成と編集が可能となる。また、「龍舟の戯」再現時に画像マーカーによって景観を損なわないようにするため、画像マーカーをジオラマの池のテクスチャで覆わせることで隠している。



図 8：若衆特牛節のアニメーションを再生している様子

## 5. 古典舞踊の再現

### 5.1 若衆踊りの再現

振付作成システムを用いて琉球舞踊の女踊りの振付はある程度再現可能であることは実証済み[8]である。「龍舟の戯」で踊られていた琉球舞踊の振付は少年が踊っていたとされていることから、少年役の舞人が女性の衣装を着て男踊りを踊る現代の若衆踊りに近いと考えられる。そのため、現在所持しているモーションデータで若衆踊りをどの程度再現できるか検証を行った。本研究では、若衆踊りとして、複数人でも踊られる「若衆特牛（こてい）節」の再現を試みた。「若衆特牛節」は、琉球王朝時代に数え歳15歳を祝う成人の儀式である。舞台に入るすり足の動作から舞台から退場するすり足の動作までの振付を対象に振付作成システムを使用して再現した。振付作成システムで若衆特牛節のアニメーションを再生している様子を図8に示す。1つ目は、「右手かまえ」の動作である。2つ目は、「しこ」の動作に「かまえ」の腕の動作を差し替えた動作である。3つ目は、「方角足」の動作である。4つ目は、「両手を上げる」の動作である。

この振付は、プロの舞踊家による実演動画を見ながら作成した。実演の脚の運びから身体の基本動作を選択し、必要に応じて腕の動作の差し替えを行うことで実際の踊りに近い動作を作成した。「若衆特牛節」は歌に合わせて踊られる振付であるため、歌詞で1つの動作の長さが決定される。振付再現では、動画内の動作にかける時間から拍数を決定することによって再現している。再現した振付の時間は、4分35秒、振付シークエンスには46個の動作を追加し、動作の種類数は14種類であった。そのうち、腕動作を組み合わせた動作は17個である。すり足の移動の動作は9個、膝をつく動作は1個、後ろを向く動作は8個であった。その他はその場で足を広げる動作や手を上げる動作、腕を構える動作などがあつた。

### 5.2 評価と考察

振付作成システムを用いて「若衆特牛節」を再現した結果、46個の動作中27個で全体の58%再現することができた。再現できなかった動作を整理するために脚系、腕系、つなぎ系、方向転換系の4つのカテゴリで分ける。つなぎ系は動作間のつなぎで使用される動作、脚系は脚の動作、腕系は腕の動作、回転系は方向転換で使用される動作で分けた場合、足りなかった動作はつなぎ系1個、脚系1個、腕系15個、方向転換系2個であった。

不足していたつなぎ系の動作は、前に出した右足を戻す動作である。足を前に出す動作は3種類ほどあるが、その足を戻す動作は所持していないため、足を前に出す動作の後はすり足や片足を前に出した姿勢から行う動作以外の動作に繋ぐことができなくなっていることが分かった。

脚系の不足していた動作は足踏みや膝を少し曲げるなど、立ち止まって行うことができる動作である。脚の動作は、しこの姿勢や足を開く動作、足を前に出す動作など、前後左右に足を移動させる動作を多く所持しているが、足踏みのようなその場で脚を動かす動作は所持していなかったことが脚系動作不足の原因と考えられる。

腕系の動作は、腕を上げる動作や腕を前に出すといった動作が両腕や右腕、左腕の3種類揃っていなかったことや、上げた腕を下ろす動作、右手を前に出してから構えるといった動作をする前に腕を動かす動作が無かったことが原因で再現できなかったと考えられる。また、「若衆特牛節」では扇を使用していたため、小道具を使用した動作が少ないことも原因だと考えられる。

方向転換系の動作は右回転や左回転で後ろを向く動作のみで右を向く動作、左へ向く動作が無かったことが原因で再現できなかったと考えられる。

再現した振付は、基本的な脚の動きは再現することができたが、腕の動きは再現できなかった動作が多くあつた。原因としては腕系の差し

替え動作の数が少なかったため、脚の動作はあるが腕の差し替え動作がないといった問題があった。また、1つの腕の動作でも両腕、右腕、左腕の3種類そろえる必要があることが分かった。さらに、腕を構える前に動作が1つ入る動作もあることが分かったため、現在は1つの身体の基本動作に1つの差し替え動作であるが、前半と後半に分ける必要があると考えられる。

男踊りのモーションデータを用いた「若衆特牛節」の振付再現は、脚の動作を中心に半分ほどの動作を再現することができたが、腕の差し替え動作の少なさが主な原因となり完全に再現することができなかった。

## 6. おわりに

本研究では、博物館での祭事の展示支援を目的として、AR技術とモーションデータを用いて「龍舟の戯」を再現するとともに対話的に「龍舟の戯」について理解することができる祭事展示支援システムの開発を行った。「龍舟の戯」で踊られていた踊りを琉球舞踊のモーションアーカイブと振付作成システムを用いて再現した。爬龍船を移動させるための移動経路をAR経路作成システムで作成し、ジオラマとAR技術を用いた祭事展示支援システムで「龍舟の戯」の再現と展示を行えるようにした。また、「龍舟の戯」で踊られていた踊りに近いと考えられる若衆踊りの「若衆特牛節」を振付作成システムでどの程度再現できるか検証を行った。

今後は、舟や池の範囲を考えた移動経路の作成手法や修正方法の検討を行う。また、ユーザによる評価実験を行い、祭事展示支援システムが博物館展示に適切かどうかの検証を行う。

「若衆特牛節」の振付再現については、腕の差し替え動作の少なさが問題で再現できなかった動作が多いと考えられるため、腕の動作を中心にモーションアーカイブ化を行い、腕の差し替え動作を増やし、別の男踊りを再現することで検証を行う。また、小道具を使用した基本動作を再現することができなかったため、小道具を使用した基本動作のアーカイブ化も考えている。

## 謝辞

モーションデータ収録にご協力いただいたジュリア・メカラー氏、福島千枝氏に謝意を表す。なお、本研究の一部は、JSPS科研費20K12568の助成によるものである。

## 参考文献

- [1] 八村広三郎, 無形文化遺産のデジタルアーカイブ, バイオメカニズム, Vol.22, p.1-12(2014).
- [2] 岩月正見, 尾下真樹, 山中玲子, 中司由起子, 関

健志, 能の型付資料に基づく仕舞のアニメーション合成システム, 第11回情報科学技術フォーラム, Vol.11, No.4, pp.27-34(2012).

[3] Ricardo Andrade, Samar School, Pixeldust Studios Reptopia Magic Leap Experience, SIGGRAPH '20, No.14, p.1-2(2020).

[4] Liang Li, Woong Choi, Kozaburo Hachimura, Keiji Yano, Takanobu Nishiura, Hiromi T. Tanaka, Virtual Yamahoko Parade Experience System with Vibration Simulation, ITE Transactions on Media Technology and Applications, Vol.2, No.3, p.248-255(2014).

[5] 古川耕平, 小島一成, 八村広三郎, 天野舞楽曼茶羅供におけるデジタルアーカイブとその応用, じんもんこん2019論文集, Vol.2019, p.37-42(2019).

[6] 萩原智大, 曾我麻佐子: 琉球舞踊のモーションアーカイブ化と振付作成システム, 第20回情報科学技術フォーラム論文集, pp.289-290(2021)

[7] 徐葆光. 中山傳信録. 榕樹書林, 1999, p. 60-156.

[8] 萩原智大, 曾我麻佐子: 琉球舞踊のモーションアーカイブ化と振付作成システム, 第20回情報科学技術フォーラム論文集, pp.289-290(2021)