

令和 5 年 6 月 21 日現在

機関番号：51101

研究種目：若手研究

研究期間：2018～2022

課題番号：18K13252

研究課題名（和文）直感的ウェアラブルシステムによる海女のウニ漁動作技術伝承

研究課題名（英文）Inheritance of Sea Urchin Fishing Motion Technology of Ama by Intuitive Wearable System

研究代表者

細川 靖（Hosokawa, Yasushi）

八戸工業高等専門学校・その他部局等・准教授

研究者番号：50270195

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,200,000円

研究成果の概要（和文）：本研究の目的は、代表者がこれまで試作してきた海女仮想体験学習システムを発展させ、他の海女を見て直感的に学ぶことができる技術伝承のウェアラブルシステム試作のため、海中にて海女のウニ漁の潜水採取のモーションキャプチャを実施することと、そのデータを基に現実感向上を行い仮想空間内で海女動作を可視化し、動作学習可能とすることである。本研究課題では、（1）久慈市小袖海岸において海女の潜水動作マルチアングル海中撮影を行って採取動作のモーションキャプチャを実施した。（2）小袖海岸海中3次元計測と高精細海底3次元データ生成してUnity上で動作させた。（3）海女の動作学習ウェアラブルシステムの試作を行った。

研究成果の学術的意義や社会的意義

これまでリアルタイムの高精度な水中モーションキャプチャは、専用の水中カメラを設置するなど高コストである。これに対し、本研究では低コストで海中のモーションキャプチャを実現できる。さらに、通常海中の3次元計測は二千万円以上する高価な機器によって行われているが、本研究では空撮で行われている多数の画像から地形データを生成する技術を応用し、海中撮影によって海底の地形データ生成を低コストで実現できるので、社会的意義は大きい。また、海女のウニ漁のモーションキャプチャに関する研究は、代表者以外では実施されていない世界でもユニークな取り組みであり学術的意義は高いと考えられる。

研究成果の概要（英文）：The purpose of this study is to develop a prototype of a wearable system that enables ama to intuitively learn by watching other ama, by capturing the motion of ama diving for sea urchin fishing under the sea. The purpose of this research is to visualize the movements of ama in a virtual space and to make it possible to learn their movements. In this study, we (1) conducted motion capture of amas' diving behavior at Kosode Beach in Kuji City by taking multi-angle underwater photographs of their diving behavior, and (2) conducted motion capture of amas' diving behavior at Kosode Beach in Kuji City by taking multi-angle underwater photographs of their diving behavior. (2) 3D underwater measurements of the Kosode coast and generation of high-resolution seafloor 3D data were run on Unity. (3) A prototype of a wearable system for learning the movements of ama was developed.

研究分野：計算機工学

キーワード：北限の海女技術伝承 計測システム 潜水可視化 直感的学習システム バーチャルリアリティ 技術教育 モーションキャプチャ ヒューマンインタフェース・インタラクション

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属します。

1. 研究開始当初の背景

代表者はこれまでに試作した海女仮想体験学習システムを用いて、一般のイベント展示や小中学校での出前授業を試行した。そのアンケート結果より、子供たちが楽しみながら、海女に興味や関心を持ったことがわかった。しかし、海女への調査では、東日本大震災の前後で、小袖海岸の海底が変わったこと、海女は地形を記憶してウニ漁を行うので詳細な海底地形データが必要であること、子供達への体験学習会では、動作を見る学習なので子供が一致しているか判定できず、操作補助者が手の動きをサポートするので、海女が求める動作学習レベルまでは達していないこと、そのため潜水技術の伝承には「他の海女を真似できる」ことと「自身で動作の一致を確認できる」潜水の現実感向上が必要、といった課題点が明らかになった。

以上の背景から、代表者は、他の海女を見て直感的に学ぶことができる技術伝承のウェアラブルシステム試作のため、海女のウニ漁の採取潜水モーションキャプチャを実施する。そのデータを基に現実感向上を行い仮想空間内で海女動作を可視化し、動作学習可能とすることを旨とする。

2. 研究の目的

本研究の目的は、代表者がこれまで試作してきた海女仮想体験学習システムを発展させて、他の海女を見て直感的に学ぶことができる技術伝承のウェアラブルシステム試作のため、海中にて海女のウニ漁の潜水採取モーションキャプチャを実施することと、そのデータを基に現実感向上を行い仮想空間内で海女動作を可視化し、動作学習可能とすることである。

海中の海女の潜水と採取モーションキャプチャを実現

マルチアングルカメラシステムを試作することで海女の潜水と採取の一連のモーションをキャプチャする技術を確立する。

海女が見ている現在の小袖海岸海底の地形を仮想空間に実現

ダイバーによる小袖海岸海底の多数の画像撮影を行い、多数の画像から地形データを生成する技術を応用して、リアルな海底を仮想空間に実現する。

直感的な海女の潜水動作学習システムの実現

「海女仮想体験学習システム」に海女の3Dモデルとモーションデータを用いて、海女の水掻き動作を自身の動作と比較して学習できるチュートリアルを付加し、海女の潜水動作を一連で学習できる、直感的な海女の潜水動作学習システムへ発展させる。

④ 「海女仮想体験学習システム」を用いた出前授業による海女の技術伝承

岩手県の久慈地域や盛岡地域など、地元やそれ以外の地域でもシステムを用いた出前授業を実施して学習者のアンケート調査で評価を行う。

3. 研究の方法

海女の潜水動作マルチアングル海中モーションキャプチャ

実際の海中では濁りがあり視界が狭くなる。画像式のモーションキャプチャでは被写体がカメラアングル内である制限がある。そこで、高角度の海面付近の潜水と至近距離の海底付近の採取の動作を同時に撮影できる、図1に示すようなマルチアングルカメラシステムを試作し、海女のウニ漁の探索・潜水・採取・浮上までの一連動作をモーションキャプチャ可能とする。

撮影は図2のように海面用カメラ2台、海底用カメラ2台の計4台を用いて行う。カメラは海面用にSONY社のHANDYCAM HDR-CX720を、海底用にビクター社のJCV SPORTS CAMを図1のように取り付ける。

モーションキャプチャには複数の方法があるが、ここではマーカを取り付けた測定対象を複数台のカメラで撮影し、その動画を事後にソフトウェアで処理・解析し動作データを得る光学式を用いる。本研究ではエル・エー・ピー社の「PV STUDIO 3D ver2.29」(以降PVStudioと略す)と呼ばれるソフトウェアをモーションキャプチャに用いる。

キャリブレーションには2台のカメラで同一の対象物を撮影し、ソフトウェア的に対象物の特徴的な部分に基準点としてマーカを配置する必要がある。これによりカメラの位置関係を決定し、ソフトウェア上で3次元空間を構築できる。本研究ではキャリブレーションに使用する対象物は図3のような1辺が1メートルの立方体の枠である。水中映像では体の基準点の視認がしづらいため、海女の関節の認識を容易にするために図4に示す蛍光バンドや手袋を目印のマーカとして付けた。



図1 提案するマルチアングルカメラシステム例

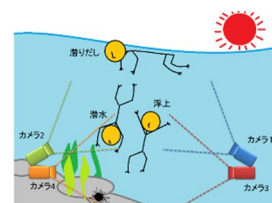


図2 海中撮影の方法

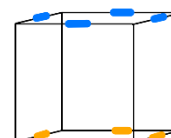


図3 キャリブレーションフレーム

動作解析はキャリブレーション時からカメラを固定し、カメラのフレーム内で動く被写体を撮影し、動作の起点となる被写体の関節などにソフトウェア上でマーカを配置して、2~5 フレーム毎に動作に合わせて追うようにマーカを再配置する必要がある。本研究ではベテランと若手の計2名の海女の協力を得られたので、それぞれの潜水と採取動作に関してモーションキャプチャを行う。



図4 関節部へのマーカ

小袖海岸海中3次元計測と高精度海底3次元データ生成

小袖海岸の海底画像を多数撮影し、写真計測用ソフトウェアで3次元点群データ化して詳細な海底を作成して仮想空間の現実感向上を行う。また海女の視線映像であるヘッドマウントビューの海中撮影も行い、動画像の仮想体験システムへの応用によって高臨場感が期待できる。

写真計測用ソフトウェア Agisoft PhotoScan は写真から3Dモデルを作成するために開発されたソフトウェアであり、静止画・動画から、3Dデータコンテンツを作成することができる。マルチビュー3D再構成技術に基づき、大抵の写真をほぼすべて扱うことができる。写真はどの角度から撮ってもよいが、ターゲットの写っている写真が少なくとも2枚は必要である。写真のアライメント(位置合わせ)と3Dモデル構築は共に自動化されている。

(1) カメラ(写真)アライメント

このステージで、PhotoScan は写真の共通点を探し、マッチングを行うと同時に、各写真でカメラの位置を計算し、カメラ補正パラメータを調整する。その結果、低密度点群とカメラの位置が作成される。

(2) 点群の作成

推測されたカメラ位置と写真から、PhotoScan は点群を作成する。点群は、出力される前、もしくは次の3Dメッシュモデル生成に進む前に、編集や分類をすることができる。

(3) メッシュの構築

PhotoScan は、ユーザの選択に従って、高密度あるいは低密度点群に基づき、対象の表面を表す3Dのポリゴンメッシュを再構成する。一般的に、PhotoScan では3Dメッシュ生成において、2つのアルゴリズム手法が利用可能である。ひとつは、ハイトフィールド、もうひとつは3D形状である。

海女の動作学習ウェアラブルシステム試作とアクティブ出前授業での技術伝承の検討

仮想体験システム一式を学習者が装着できるようウェアラブル化を行い、計測データを基にシステムのVR現実感向上を行う。潜水動作を可視化する閲覧システムを基に発展させ、海女のウニ漁の潜水動作と学習者自身の動作をVR空間内で可視化し、潜水動作学習を可能とする。

4. 研究成果

海女の潜水動作マルチアングル海中モーションキャプチャ

初めに、平成30年9月20日に岩手県久慈市の小袖海岸で行った撮影について述べる。当日の天候は風が強くなく晴れで海も凪いでおり、撮影に最適な状態だった。海女の関節の認識を容易にするために蛍光バンドや手袋を目印のマーカとして付けた。海底のキャリブレーションを行うため、キャリブレーションの枠の四辺に紐を結び、岩に結んだり重りをつけたりすることで海底に固定した。海上のキャリブレーションでは紐を長くさせることで浮上させた。海面用のHANDOYCAM HDR-CX720と海底用のHCV SPORTS CAMを取り付けたマルチアングル台を2つ海底に設置しモーションキャプチャのための海中撮影を行った。実際に海中に設置したカメラを取り付けたマルチアングル台と1m四方のキャリブレーションの枠を図5に示す。採取動作を撮影するために図6に示すようにウニを海底に置いた。



図5 マルチアングル台とキャリブレーション枠

結果として、マーカの視認ができる海女のマルチアングル潜水撮影に成功した。撮影した映像のうち、海面からの潜水動作を撮影する海上カメラと、ウニなどの海産物採取を撮影する海底カメラの撮影例を図7に示す。



図6 海底設置したウニ

撮影画像を基にPVStudioを用いて、撮影した2名の海女のモーションキャプチャを行った。このうち、若手海女の採取動作のモーションキャプチャの一部を図8に示す。

結果から、撮影した動画の動作とモーションキャプチャした動作は大体一致しているため、モーションキャプチャには成功した。動画と比べると人体モデルが少し小さいため、キャリブレーションの誤差によるものだと考えられる

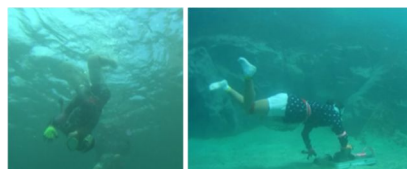


図7 マルチアングル撮影例
海上カメラと海底カメラ

所々体の向きなどが異なるが、モーションキャプチャを行う際の頭や手首などのポイントを増やすことで改善できると考える。より正確なモーションキャプチャのデータの生成には、モーションキャプチャした動作を海女に評価してもらい、その結果の反映が必要となることが分かった。

モーションキャプチャをする為の撮影では、2台のカメラがそれぞれ映らないようにするが、片方のカメラが映り込んでいたためカメラの位置や角度を調節する必要がある。海底ではマルチアングル台の設置場所が限られているため、小型化によって設置場所を広げられる可能性がある。

キャリブレーションの枠を撮影した映像をPVStudioで用いてキャリブレーションを行った際、仮想空間の1m四方の各8点のポイントを角を合わせようとすると正確に合わないポイントが現れる。カメラレンズの歪みの他に、波によってキャリブレーションの枠が歪んでいることが考えられる。そのため、キャリブレーションの枠の結合部分の強度を高め、歪を受けにくくする必要がある。

PVStudioではPVbodyによってモーションキャプチャを行っている。PVbodyは身長を数値で設定することは可能であるが、腕や足の長さなど部分を設定することができない。そのため、settingモードで両腕を水平に上げた状態のPVbodyを直接変形させる必要がある。

変形には同様に両腕を水平に上げた状態の姿勢でキャリブレーション枠のほぼ中央で撮影した映像が必要であるが、海中では行うことができない。地上で行うためには、海中撮影のキャリブレーションと同じ位置関係でキャリブレーションの枠とカメラを設置する必要がある。PVbodyを直接変形することは難しいと考えられるため、人体モデル作成時に人体モデルをもとに変形することで対応する必要があることが分かった。



図8 採取モーションキャプチャ例

小袖海岸海中3次元計測と高精細海底3次元データ生成

平成30年9月20日の小袖海岸海中の撮影データを利用した。表1に撮影日の気象データを示す。撮影経路は海岸と海底に対して平行に往復するような形で行った。図9に小袖海岸と撮影経路のイメージを示す。図9の黄線と黒線が経路イメージである。

表1 気象データ

	天気	気温	風	満潮時刻	満潮測位
第一回	晴	21°C	1m	16:33	138cm

海底画像の撮影結果から、画像は12:42~13:02に撮影され、全部で948枚となった。画像は連続的に撮影されたものである。図10は撮影した海中画像の一例である。撮影した画像を用いてPhotoScanで3次元データに変換を行う。

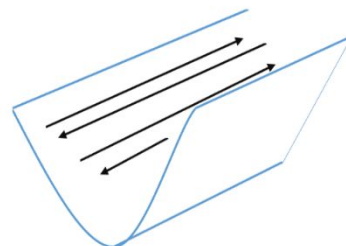


図9 第一回撮影経路イメージ

条件として、アライメント精度設定を「最高」、メッシュ生成の品質を「高」、ポリゴン数「高」、テクスチャ生成のマッピングモードを「UVを保持」に設定し、3次元データを生成した。変換した結果を図11に示す。3次元データの生成に成功した。小袖海岸の海底の生成をすることができたが、壁部分の生成ができていないことや、黒い部分(抜け)が多いことが図11より見てわかる。これでは、十分な海底の3次元モデルとは言えず、再度データの修正、欠落している部分の再度撮影が必要になった。この対策としては、初めての撮影であったため、海底撮

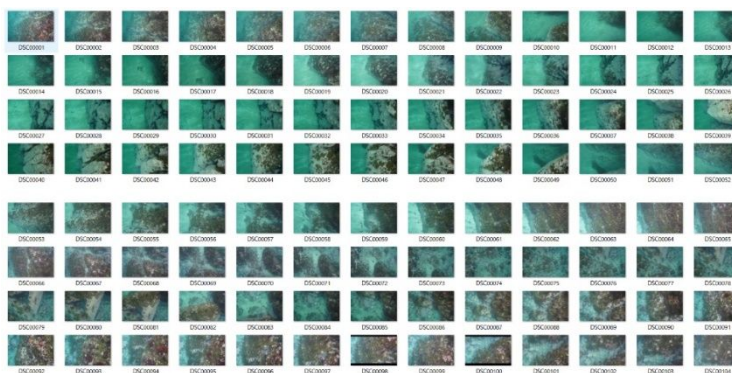


図10 撮影した海中画像の一例

影の1コマ1コマの間隔が空いてしまったこと、潮の流れが速く流されてしまったこと、直線に移動できなかったことが影響したと考えられる。そこで、再度海底撮影を行うこととしたが、新型コロナウイルス感染が拡大し、久慈の小袖海岸でも地域外部のダイバーや来訪者を受け付けなくなってしまった。

そこで、コロナ感染状況が回復するのを待ち、小袖海岸の海底撮影をダイバーに依頼し、令和4年3月11日に再度海底撮影を実施でき、海底画像を約700枚撮影した。そして、撮影した画像をMetashape(PhotoScanが名称変更したもの)を用いて図12に示すように点群データを生成した。この点群データから図13に示すようにポリゴン化し、3Dモデルを生成した。

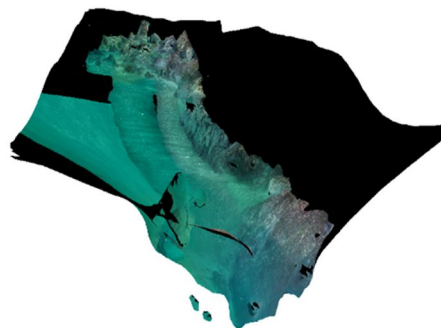


図11 生成した3次元データ

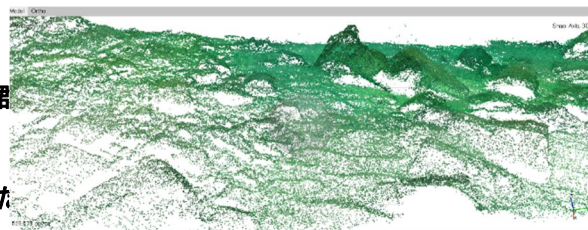


図12 第二回撮影画像から生成した点群データ

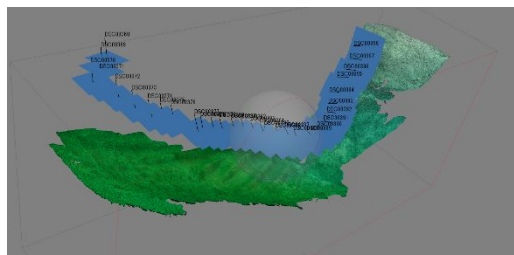


図13 再度生成した3次元データ

この3DモデルをBlenderに読み込むため、MetaShapeからモデルをエクスポートし、fbxファイルとして出力し、色情報をpng形式で出力した。出力されたfbxファイルをBlenderにインポートした。このモデルの頂点数を確認すると約550万頂点あり、三角面(以下、ポリゴンと呼ぶ)は1000万ポリゴンとなっており、そのままシステムに組み込むにはデータが大きすぎ、仮想空間システムを動作させる際の遅延やコマ落ちの原因となるため、データを軽量化した。その手順を以下に述べる。まず、生成したモデルの形状を保ったままポリゴン数を削減するために、デシメートモディファイアを使用する。デシメートモディファイアの比率の値を0に近づけると頂点が削減されるので、モデルの形状が崩れない程度に頂点を削減したところ、比率の値は0.15が最適であった。この時の頂点数を確認すると約97,000頂点で、ポリゴンは19万ポリゴンと、削減前の50分の1のデータ量への軽量化に成功した。Blenderで最適化した3Dモデルをfbx形式でエクスポートし、Unityにインポートした。モデルに色を付けるため、MetaShapeで出力した画像をインポートした。この状態では情報量が欠落しているため、情報量補完画像を用いて情報量の補完を行った。それは、視差マッピングとアンビエントオクルージョンである。この海底モデルを配置し、小袖海岸の海岸をUnityで再現した。これを図14に示す。

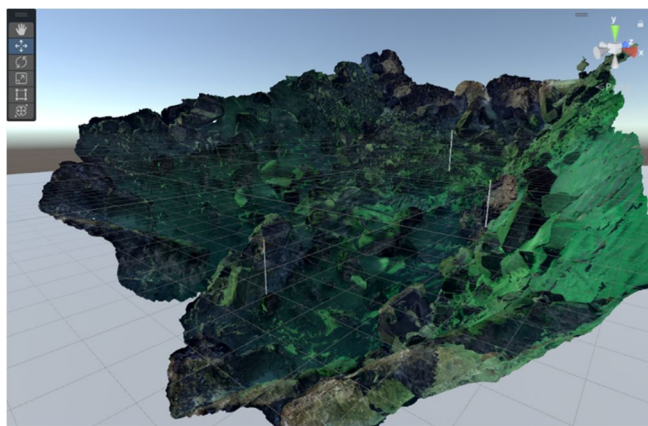


図14 3Dモデルを基にUnity上で再現した小袖海岸

このように本研究では海底撮影画像を用いて、小袖海岸の3Dモデルの作成に成功し、Unity上で表示・動作させることに成功した。今後は、このモデルを用いて小袖海岸の岸壁や対岸の壁、橋など3Dのモデルを追加して、モデルの現実感を向上させる必要がある。

海女の動作学習ウェアラブルシステム試作とアクティブ出前授業での技術伝承の検討

本研究で用いたトラッキングモジュールを小型無線マイコンへ変更し、図15に示すウェアラブルシステムの試作を行った。今後はこのモジュールの複数化を行い、体や腕などの動作をト



図15 ウェアラブルシステムの試作

ラッキングできるシステムへの発展が必要となる。出前授業での技術伝承は令和元年からコロナ禍で、小中学校へ訪問や実施ができなくなったので、社会状況が安定後実施予定である。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計7件（うち査読付論文 2件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 Yasushi Hosokawa, Shoi Higashiyama, Akio Doi, Toyoo Takata	4. 巻 2023
2. 論文標題 A Study on Virtual Avatar Diving Motion for Standing Type Female Diver Virtual Experience System	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Proceedings of the Joint Symposium of The Twenty-Eighth International Symposium on Artificial Life and Robotics 2023 (AROB 28th 2023)	6. 最初と最後の頁 1094-1099
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Yasushi Hosokawa, Shoi Higashiyama, Akio Doi, Toyoo Takata	4. 巻 2022
2. 論文標題 A Study on Arm Motion Detection for Female Diver Virtual Experience Learning System	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Proceedings of the Joint Symposium of The Twenty-Seventh International Symposium on Artificial Life and Robotics (AROB 27th 2022)	6. 最初と最後の頁 1238-1243
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 洞内涼雅, 森岩昂弘, 細川 靖	4. 巻 03-02-02
2. 論文標題 M5StickC を用いたトラッキングモジュール試作とモーションキャプチャに関する研究	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 令和 3 年度第 2 回芸術科学会東北支部・研究会論文	6. 最初と最後の頁 1-6
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 東山聖生, 細川 靖, 佐藤 健, 土井章男, 高田豊雄	4. 巻 -
2. 論文標題 立位型VR 海女体験システムにおけるアバタ潜水モーション生成	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 NICOGRAPH 2020	6. 最初と最後の頁 186-187
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 佐々木正光, 細川 靖	4. 巻 -
2. 論文標題 海中画像を用いた海底地形3次元データ生成法の検討	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 2020年度電気関係学会東北支部連合大会講演論文集	6. 最初と最後の頁 V04
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 東山聖生, 佐藤 健, 細川 靖, 土井章男, 高田豊雄	4. 巻 2019
2. 論文標題 立位体験型海女仮想体験システムにおけるアバタ水中姿勢推測と適用	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 エンタテインメントコンピューティングシンポジウム2019論文集	6. 最初と最後の頁 449-453
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 平館侑樹, 東山聖生, 外里有蘭, 細川 靖, 土井章男, 高田豊雄	4. 巻 2018
2. 論文標題 北限の海女仮想体験システム「海女via-WHB」の潜水動作学習	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 エンタテインメントコンピューティングシンポジウム2018論文集	6. 最初と最後の頁 129 - 133
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスとしている(また、その予定である)	国際共著 -

[学会発表] 計9件(うち招待講演 0件/うち国際学会 2件)

1. 発表者名 Yasushi Hosokawa, Shoi Higashiyama, Akio Doi, Toyoo Takata
2. 発表標題 A Study on Virtual Avatar Diving Motion for Standing Type Female Diver Virtual Experience System
3. 学会等名 The Twenty-Eighth International Symposium on Artificial Life and Robotics 2023 (AROB 28th 2023) (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Yasushi Hosokawa , Shoi Higashiyama , Akio Doi , Toyoo Takata
2. 発表標題 A Study on Arm Motion Detection for Female Diver Virtual Experience Learning System
3. 学会等名 The Twenty-Seventh International Symposium on Artificial Life and Robotics(AROB 27th 2022) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 洞内涼雅, 森岩昂弘, 細川 靖
2. 発表標題 M5StickC を用いたトラッキングモジュール試作とモーションキャプチャに関する研究
3. 学会等名 令和3年度 第2回芸術科学会東北支部研究会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 東山聖生, 細川 靖, 佐藤 健, 土井章男, 高田豊雄
2. 発表標題 立位型VR 海女体験システムにおけるアバタ潜水モーション生成
3. 学会等名 NICOGRAPH 2020
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 佐々木正光, 細川 靖
2. 発表標題 海中画像を用いた海底地形3次元データ生成法の検討
3. 学会等名 2020年度電気関係学会東北支部連合大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 東山聖生, 佐藤 健, 細川 靖, 土井章男, 高田豊雄
2. 発表標題 立位体験型海女仮想体験システムにおけるアバタ水中姿勢推測と適用
3. 学会等名 情報処理学会エンタテインメントコンピューティングシンポジウム2019
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 齋藤 千奈津, 細川 靖
2. 発表標題 北限の海女海中モーションキャプチャによる潜水動作学習教材の検討
3. 学会等名 2019年度電気関係学会東北支部連合大会講演論文集
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 平館侑樹, 東山聖生, 外里有蘭, 細川 靖, 土井章男, 高田豊雄
2. 発表標題 北限の海女仮想体験システム「海女via-WHB」の潜水動作学習
3. 学会等名 情報処理学会エンタテインメントコンピューティングシンポジウム2018
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 東山聖生, 佐藤健, 細川 靖, 土井章男, 高田豊雄
2. 発表標題 海女仮想体験システム「海女via-WHC」における腕動作検出
3. 学会等名 平成30年度 第4回芸術科学会東北支部研究会
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
--	---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------