

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 6 月 24 日現在

機関番号：51101

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2011～2013

課題番号：23501081

研究課題名(和文) 北限の海女水中計測による仮想体験学習システムを用いた技術伝承に関する研究

研究課題名(英文) Research on the Tradition of Technology Using the Virtual Experience Learning System by Underwater Measurement of the Female Divers in the Farthest North Japan

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・講師

研究者番号：50270195

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,900,000円、(間接経費) 1,170,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、岩手県久慈市で活躍する「北限の海女」の潜水技術や伝統文化を、次世代の子供達へ伝承することを目的として、海女の水中の動作を計測してシステムの現実感を向上させ「北限の海女の仮想体験・学習システム」の開発を行った。インタフェースの装着化により、子供達が直感的な操作で仮想空間内で泳ぐ動作でウニの採取が可能になった。また、北限の海女の水中動作計測を行い、閲覧システムを試作した。学習システムでは、「海女telas-u」を試作した。カルタ形式で複数人で体験でき、海女や久慈の歴史などを気軽に学習可能となった。体験した子供達は何度も挑戦する姿がみられ、海女に興味や関心をもった事がわかった。

研究成果の概要(英文)：The purpose of research is to hand down the diving technology and traditional culture of "the female divers in the farthest north japan" who plays an active part in Kuji in Iwate Prefecture to next-generation children. Then, improvement in reality of a system is performed by measuring a female divers underwater action. Picking of the sea urchin was attained in the operation in which children swim in virtual space intuitively by having equipped with the interface to operate. Then, a female divers underwater measuring of action was performed, and the browsing system of action was made as an experiment. Moreover, in order that children might learn female divers, the learning system "Ama telas-u" was developed. This is a system of the cards format that from one person to four persons can learn a female divers, the history of Kuji, etc. freely. Since the children who experienced this repeated repeatedly, it became clear to have had interest and concern in the female divers.

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：科学教育・教育工学 科学教育

キーワード：北限の海女 仮想体験 技術伝承 学習システム 水中モーションキャプチャ ユーザインタフェース
出前授業 技術教育

科学研究費助成事業 研究成果報告書

1. 研究開始当初の背景

日本は四方を海に囲まれた「海洋国家」である。しかし、一般的に海洋国家を意識している国民は少ない。この海の潜水文化として古代から続く「海女」がある。海女とは裸潜水で巣潜りにて漁を行う女性の漁撈者をさす。酸素ボンベなどの潜水装置は一切用いず、自分の息のみで潜る。

この海女は日本と韓国のみ存在し、世界でも稀有な潜水技術・文化である。海女の学校は存在しないので、海女は先輩や母親の潜りを見て、文字化された情報ではなく経験から技術を習得してきた。世界的にも稀有な海女に関して、その生活や文化に関する研究事例が殆どで、海女に関する技術教育の研究事例は報告されていないのが現実である。

本研究では、教育や伝統技術伝承に主眼を置いた研究開発を提案し、代表となる漁業のテーマとして久慈市小袖海岸で現在も観光産業として続いている小説でも有名な「北限の海女」に着目した。三陸のウニやアワビ、コンブやワカメなどは三陸地域の特産品であり、これらを素潜りで採取する北限の海女は小袖海岸の観光として行われているが、岩への衝突や窒息、コンブに絡まるなどの危険があるため、少人数で細々と行われているにすぎない。北限の海女の調査を進めると、海女の高齢化や若い後継者の不足という問題があった。

現在、小袖海岸ではウニ漁の技術が変わり、組合主導で実施。海女の漁業権は一戸あたり一人に限定し、母と娘と一緒に海に潜ることはなくなった。昭和40年代に100人を超えていた海女の数も年々減り、今では30人程度といわれ、主力の海女は50代と高齢化も進んでいる。北限の海女は三陸特有の潜水技術・文化であり、できるだけ早くこれを保護し、PRして後世に伝えてゆく必要があると確信した。

そこで、平成16年度から、情報技術を用いてバーチャルリアリティで仮想の小袖海岸をコンピュータ内に実現し、漁業権がなくても、いつでも、どこでも、子供でも高齢者でも、安全に容易に小袖海岸に潜り北限の海女を仮想体験・学習するシステムの試作を開始した。図1に研究開始時のシステム構成を示す。

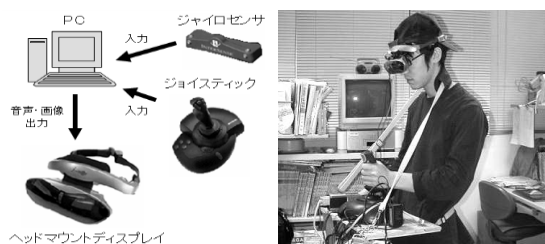


図1 研究開始時のシステム構成と装着例

2. 研究の目的

日本は海洋国家である、この海には「海女」とよばれる巣潜りの潜水技術文化がある。これまで岩手県久慈市小袖海岸で活躍する北限の海女の潜水技術・文化の継承のため、安全に海女のウニ漁を仮想体験し学習できるシステムを試作し、児童らに出前授業を行ってきた。本研究で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、子供たちが日ごろ慣れ親しんでいる「コンピュータゲーム」に近いいためか、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、操作系の難しさ、潜水技術の伝承には潜水の現実感向上が必要、といった問題点が明らかになってきた。

また平成21年に新人海女が25年ぶりにデビューしたが、ベテランとはウニの採取量も少なく技術的に大きな違いがあることがわかった。

そこで、本研究では海女の探索・潜水・採取・浮上という水中での動作を映像とともにモーションキャプチャし、このデータ解析を行い海女ごとの潜水動作の差を明らかにする。このデータを仮想体験システムに反映させる。また、海女や久慈に関する学習が可能なシステムも試作して技術伝承を検証する。

3. 研究の方法

研究の第一段階として、仮想体験システムが児童・生徒に、海女への興味関心を持つきっかけとして有効であることが分かった。そこで研究を以下のように発展させ、伝統技術の継承に貢献する。

(1) 海女の水中計測・水中モーションキャプチャとシステムの現実感向上

実際の海女の潜り方がベテランや若手などでは個人ごとに異なる。そこで、潜水時の動きなどを計測して、海女の潜水時の動作を明らかにする。このデータを基にベテラン海女の潜水モデルを提案する。モーションキャプチャは通常陸上で行われるが、潜水業者に依頼し海中でも可能とする。計測データをもとに現実感向上を行う。また、システムの現実感向上を行う。

(2) 出前授業等での技術伝承の検証

授業内容を検討し、海産物の発見方法と採取方法、潜水の方法、など北限の海女の文化・歴史・技術などを学習できるように、仮想体験に加え学習も可能なシステムを開発し、出前授業で活用する。このアンケート調査を行い検証する。

4. 研究成果

(1) 研究成果として平成 23 年度は、海女水中計測のための一次調査と現実感向上のためのインタフェース検討を行った。

①海女水中計測のための一次調査 (目的：センサノードを用いた海女個人ごとの潜水時のデータ計測、潜水時ビデオ撮影、データ分析、現地データ収集)

東日本大震災の津波の被害により久慈市小袖海岸も甚大な被害を受けた。そのため当初予定の中で、安全確保が確実な部分のみを実施する事となった。実際の小袖海岸の海女に潜水を依頼し、試験的な潜水をしてもらった。その様子の撮影を潜水業者のダイブサービスアネシスに依頼した。センサリングネットワークの信頼性を高めるため、新たなセンサノードを検討し複数化を行った。また、海女の潜水時に、センサリングネットワークを用いて、XYZ 軸の回転、加速度、水温、明るさなどのデータを計測し、個人ごとの特徴を記録するためのセンサリングネットワークの試作を行った。この試作には研究協力者として、八戸工業高等専門学校電気情報工学科久慈憲夫教授に依頼して行った。収集したデータの整理・現地調査補助には研究補助として、本校学生を依頼した。

②現実感向上のためのインタフェース検討 (目的：直感的な操作インタフェース検討と試作)

海女の潜水時の動作を、仮想体験システムで反映させるため、手の動きを簡単に取得できる手袋型のハードウェアの付加で、操作者が容易に操作できるインタフェースを検討し、試作を行った。新たに試作したインタフェースを追加し、初期段階の評価として仮想体験システムを用いて、海女とイベント等で試行的な調査を実施した。このとき、アンケート結果を元に、システムの初期評価を行った。これにより潜水操作インタフェースが大幅に小型軽量化できたことが分かった。またハンドサインの認識率も向上を確認できた。

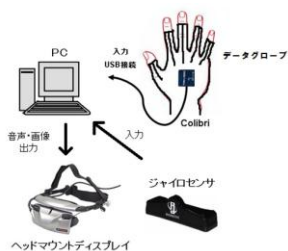


図2 直感的な操作インタフェースを付加したシステム構成

(2) 研究成果として平成 24 年度は、現実感向上のための海女水中計測調査を行った。海女の潜水時のモーションキャプチャとデータ計測、潜水時ビデオ撮影、データ分析、現地データ収集、海中の計測・解析を行うため、モーションキャプチャソフトウェアや画像解析用 PC、撮影用カメラを調達した。これらと試作したキャリブレーション用アルミ製格子を用いて、水中での海女の動きのモーションキャプチャを行った。平成 24 年度は台風等の荒天で予定した小袖海岸での本格的な潜水調査が実施できなかった。また、関連した研究成果について、本校専攻科の研究協力者と学会発表を行った。

① 現実感向上のための海女水中計測調査 (目的：潜水時のモーションキャプチャとデータ計測、潜水時ビデオ撮影、現地データ収集)

小袖海岸の北限の海女に潜水を依頼し、ビデオカメラを 2 台用いて潜水業者のダイブサービスアネシスに潜水ビデオ撮影を依頼した。小袖海岸での撮影は平成 24 年 9 月 24 日と 10 月 4 日の 2 回予定したが台風などによる悪天候で安全確保できず海での撮影はできなかった。そこで天候に影響されないプールでの撮影に変更した。平成 24 年 10 月 31 日に青森県立八戸水産高等学校の水深 5 [m] プールを借りて 2 名の海女の潜水動作撮影を行った。海女の探索、潜水、浮上の一連の動作を 7 シーン撮影できた。しかし、試作した格子に取り付けた LED が隠れカメラに映らないことや試作格子が重く沈んで取り付けに時間必要なこと、水中の屈折率が大きいためカメラとの距離を取る必要があることなどの問題点が明らかになった。この動画像とモーションキャプチャソフトを用いて、図 3 に示す動作のキャプチャを行った。モーションキャプチャに関しては、研究協力者の市村洋教授と補助学生にアドバイスを受けた。

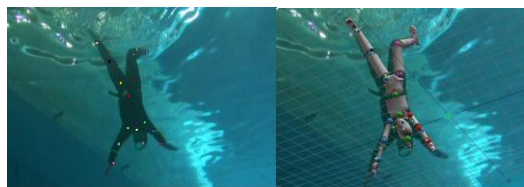


図3 キャプチャ画像と 3 次元モデル

(3) 研究成果として平成 25 年度は、久慈市小袖海岸の海女センター横の海岸にて、ベテラン海女の海中のモーションキャプチャを実施した。モーションキャプチャに必要なキャリブレーション格子を、平成 24 年度のアルミフレーム製から、強度と視認性改善のためイレクター製の格子に変更して製作し

た。潜水業者の協力を得て平成 25 年 8 月 27 日(火)小袖海岸に、キャリブレーション格子を海中に設置して、2名のベテラン海女のウニ漁の海中ビデオ撮影を行った。当日は曇天でかつ海中の濁りが強かったため、撮影した海女の探索・潜水・浮上のビデオの映像のうち、モーションキャプチャには一部のみ利用できた。追加の撮影を検討したが、平成 25 年はNHKのドラマ放映の影響により、観光客対応で海女が多忙のため、9月末までのスケジュールが取れず、海中撮影は1回のみの実施となった。

① 水中データ解析とシステム応用

キャプチャしたモーションデータを基に海女の潜水動作閲覧システムを試作した。これにより北限の海女の、ウニ探索から潜水への一連の動作を、視点を変えて閲覧できるようになった。このことからシステムによる海女の潜水動作学習の可能性が高まった。海女による潜水動作閲覧システムの評価は概ね高評価であった。しかし、撮影した映像は視野が狭く、海女の動作を連続で閲覧できない問題や、カメラアングルが1つだけなことから潜水と海産物採取を同時に撮影できない問題も明らかになった。



図4 海女潜水動作閲覧システム画面

② 北限の海女学習システム試作

北限の海女学習システムとして、「海女 telas-u」を試作した。カルタ形式で複数人で体験でき、海女や久慈の歴史などを気軽に学習できる。この画面例を図5に示す。またこのシステムを用いて体験学習会を実施した。小学生を主とした25名が体験し、その学習前後の正答率の調査を行った。その結果を図6に示す。体験前は最大でも16%最低で0%の正答率であったが、システム学習後は大きく正答率が向上し、すべての問いで48%以上とほぼ半数が正解となったことが分かった。システムによる学習効果が確認できた。



図5 試作した北限の海女学習システム画面例

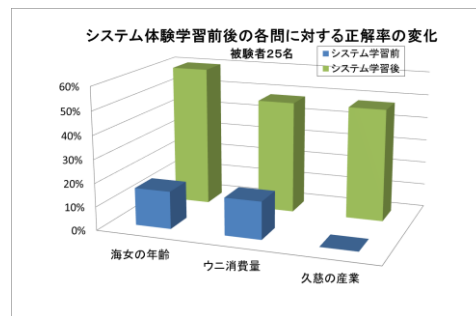


図6 北限の海女学習システム学習効果

(4) 成果の国内外における位置付けとインパクト

海女の潜水技術や、潜水文化の継承を目的として、仮想体験・学習システムの開発と出前授業を実施する本研究は、情報技術と教育と伝統技術の継承の融合である。また水中で海女のモーションキャプチャも行われておらず、国内では他に類を見ない研究であり、独創的といえる。

本研究により、北限の海女に関する出前授業が可能となり、沿岸地域の小中学校だけでなく、内陸地域の小中学校でも海女に関する学習を可能とでき、海洋国家であるわが国の潜水文化継承に大いに貢献できる。

本研究で試作した、北限の海女仮想体験・学習システムに対し、久慈地域の地方振興局や地元の観光業者から、イベントにおけるシステム展示の依頼があった。

(5) 今後の展望

海女の潜水ウニ漁は期間や機会が限定される。計測したデータは大変貴重なので、海女動作閲覧システムを仮想体験システム「海女 via-W」に応用し、動作の事前学習へ発展させたい。また、実際の海では濁りが強く撮りきれない撮影ができなかったため、潜水と採取を同時に撮影できるようなマルチアングルカメラを開発して、今後も海中モーションキ

ャプチャを行いたい。そのデータを用いて仮想空間に適用し、北限の海女の潜りを児童生徒が体験できるように改善、発展をさせたい。

さらに、現実感を向上させ、安全に新人の海女が潜水してウニ漁ができるように、海女の潜水のエキスパートシステムなどに応用して行きたい。また海女学習システムはイベントを主にした試作のため、出前授業に用いるには学習項目の不足が明らかとなった。今後は、学習システムの充実を行い、仮想体験システムの現実感と操作性の向上を継続して北限の海女の PR と潜水技術の伝承に貢献し、さらに観光などの地域振興へも貢献したいと考えている。

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 4 件)

- ① Yasushi Hosokawa, Akio Doi, Toyoo Takata, Yoshihiko Abe, Improvement of Diving Interface for Virtual Diving Experience Learning System、NICOGRAPH International 2013、査読有、2013、pp.40-43
- ② 細川靖、野澤拓人、土井章男、高田豊雄、阿部芳彦、北限の海女仮想体験学習システムの試作と潜水操作系インタフェース改善、教育システム情報学会研究報告、査読無、vol.27、No.2、2012、pp.147-154
- ③ 細川靖、平舘睦基、中村拓弥、細川靖、土井章男、高田豊雄、北限の海女仮想体験学習システムにおけるハンドサイン学習による認識率向上、教育システム情報学会研究報告、査読無、vol.27、No.2、2012、pp.155-160
- ④ 細川靖、野澤拓人、中村拓弥、土井章男、高田豊雄、阿部芳彦、北限の海女仮想体験学習システム「海女 via-Rv3」の潜水操作系インタフェース改善と独習化、日本シミュレーション&ゲーミング学会全国大会論文報告集 2011 秋号、査読無、2011、pp.31-34

[学会発表] (計 4 件)

- ① 平舘睦基、細川靖、土井章男、高田豊雄、ステレオ画像処理を用いた手の 3 次元計測と仮想空間滝用に関する研究、映像情報メディア学会、2014 年 3 月 17 日、早稲田大学
- ② 野澤拓人、細川靖、土井章男、高田豊雄、阿部芳彦、海女仮想体験学習システム「海女 via-W」の水掻き動作検出、平成24年度電気関係学会東北支部連合大会、2012年8月30日、秋田県立大学本荘キャンパス
- ③ 細川靖、野澤拓人、平舘睦基、浦田大貴、福士雄太、海女仮想体験学習システム「海女 via-W」、芸術科学会東北支部アート&テクノロジー東北2012、2012年7月28日、岩手大学工学部

- ④ 細川靖、野澤拓人、中村拓弥、土井章男、高田豊雄、阿部芳彦、海女仮想体験学習システム「海女 via-Rv3」の潜水操作系インタフェース検討、平成23年度電気関係学会東北支部連合大会、2011年8月25日、東北学院大学多賀城キャンパス

[図書] (計 0 件)

[産業財産権]

○出願状況 (計 0 件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
出願年月日：
国内外の別：

○取得状況 (計 0 件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
取得年月日：
国内外の別：

[その他]

ホームページ等

<http://www.hachinohe-ct.ac.jp/~euser/staff/hosokawa.html>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

細川 靖 (HOSOKAWA Yasushi)

八戸工業高等専門学校・電気情報工学科・講師

研究者番号：50270195

(2) 研究分担者

()

研究者番号：

(3) 連携研究者

()

研究者番号：