

令和元年6月19日現在

機関番号：17201

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2016～2018

課題番号：16K01118

研究課題名(和文) 高精細描画装置とMR立体視による模写再現型伝統工芸技能支援教材の開発

研究課題名(英文) Development of traditional craft skill teaching materials using high definition drawing device and MR stereovision

研究代表者

中村 隆敏 (Nakamura, Takatoshi)

佐賀大学・芸術地域デザイン学部・教授

研究者番号：70509786

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,500,000円

研究成果の概要(和文)：本研究は陶磁器絵付け職人の立体物描画作業を4K高精細動画及び加速度センサや三次元入力デバイスを持つデータグローブにより記録し、その映像と高精細描画装置を用いた職人の描画を融合することで、MR立体視による模写再現型伝統工芸技能支援教材の基礎技術開発を行った。有田焼の高度な上絵付け技法の描画工程は、指先の動きや運筆など繊細で緻密な記録データとなる。そのため、職人の頭部や胸部、手首に小型4Kカメラや加速センサを装着してもらった。加えて作業全体を俯瞰するカメラや固定カメラも準備しておくこととした。本研究は高精細の動画と連動する職人の運筆データの視覚及び触覚アーカイブスとしても重要な知見となる。

研究成果の学術的意義や社会的意義

国内の伝統工芸の技能習得は長期間の師弟関係の元に行われていくが、職人の高齢化により技能習得の機会不足が深刻化している。本研究の骨子は伝統工芸陶磁器絵付け技能支援のため、4K高精細立体視動画と筆圧制御高精細画素タブレット、MR用HMDを用いた技能学習支援教材を開発することで、職人希望者に対し文様や絵柄の模写再現技能修得の期間短縮を目指すことである。本研究は、職人の運筆における高精細の動画と力学データによる視覚と触覚アーカイブスとしても重要な知見となる。従前の技能伝承における「あいまいさ」「暗黙知」を「形式知」として提供し、伝統工芸の継承分断を防ぎ、職人希望者と師匠の伝承を補完する教材を開発する。

研究成果の概要(英文)：In this study, the drawing work on a three-dimensional object by a ceramic painting artist was recorded using a 4K high-definition video and a data glove with an acceleration sensor and a three-dimensional input device. By combining the image and the drawing of a craftsman using a high-definition drawing device, we developed the basic technology of teaching material for traditional craftsmanship by copying MR stereo vision. The drawing process of ARITAYAKI's advanced painting technique is delicate and precise recorded data such as the movement of the fingertip and the stroke. Therefore, a small 4K camera and an acceleration sensor were attached to the head, chest and wrist of the craftsman. In addition, I shot it using a camera or a fixed camera that looks over the entire work. This study is also an important asset as visual and tactile archives of craftsman's handwriting data linked with high-definition videos.

研究分野：コンテンツデザイン、教育工学

キーワード：MR/VR 高精細タブレット 伝統工芸技能支援 eラーニング 教材コンテンツ

1. 研究開始当初の背景

本研究は伝統工芸陶磁器絵付け技能支援のため、筆圧制御高精細画素タブレット、三次元入力ハプティクスデバイス、MR用HMDを用いた技能学習支援教材を開発することで、職人希望者に対し文様や絵柄の模写再現技能修得の期間短縮を目指すことである。国内伝統工芸の衰退の原因として、後継者不足問題があげられる。通常、伝統工芸の技能習得は、長期間の師弟関係の元に行われていくが、職人の高齢化により技能習得の機会不足が深刻化している。

日本の伝統工芸技術において、装飾や加飾技術は重要な領域である。特に陶磁器における精緻な加飾は高度な手わざを元にしたものであり、技術習得は簡単にできるものではない。紙に描く場合は平面だが、壺や茶碗などは立体で曲面であり、さらに高度な技術が求められる。

本研究は、職人の運筆における高精細の動画と力学データによる視覚と触覚アーカイブとしても重要な知見となる。従前の技能伝承における「あいまいさ」「暗黙知」を「形式知」として提供し、伝統工芸の継承分断を防ぎ、職人希望者と師匠の伝承を補完する教材制作を開発する。

この分野の先行研究は、視覚センサや三次元アクチュエーター等ロボティクスで絵筆を機械的に操作し、学習支援化や作業機械化を目指す研究は行われてきた。しかし、立体物の曲面に対する微妙な運筆や感覚的な部分を再現することや学習支援の研究は緒についたばかりである。

熟達者が行う陶磁器の絵付け作業は、日本画の技法が基となっている。違いは、紙ではなく一度焼成した陶磁器のガラス質表面であり、筆圧の加減が重要となる。高解像度の液晶タブレットではそのような微妙な描画状況を逃すことなく記録することが必要であり、伝統工芸の技術アーカイブとしても画期的なコンテンツと成る。

2. 研究の目的

(1) 教材制作基礎技術の開発

本研究ではデジタル技術を活用し、陶磁器絵付け伝統工芸職人の手わざによる運筆を職人目線対応の小型立体視用4Kビデオカメラで撮影し、加速度センサや三次元入力デバイスで描画速度を記録し、スタイラスペンで筆圧を記録していく(図1)。陶磁器の絵付けに関しては運筆の速度と筆圧の力加減が重要であり、それが生きた線として表現されてくる。

学習者は記録された高精細の動画を筆圧感知高精細画素タブレットで視覚確認し、職人の運筆に合わせて動画上から模写し、再現していく。使用するスタイラスペンは職人の癖に合わせて筆圧レベルを調節し、運筆速度や線の入りや抜きの筆圧技術を模写しながら確認することができる。

さらに、MR(Mixed Reality)システムとHMD(Head Mounted Display)を用いることにより、直接、実体物に描画模写を行える基礎技術を開発研究することを目的とする。

高精細液晶タブレットは描画用手描き入力装置として、高精度なスタイラスペンと併用し描画を中心とした視覚中心の作業支援や能力拡張デバイスとして期待できる。

他方、力学的な三次元入出力ハプティックデバイスも現実空間における身体的動作の触覚シミュレーションやログに使えることから、両者を組み合わせた描画学習ツールとして最適化を検証する(図2)。

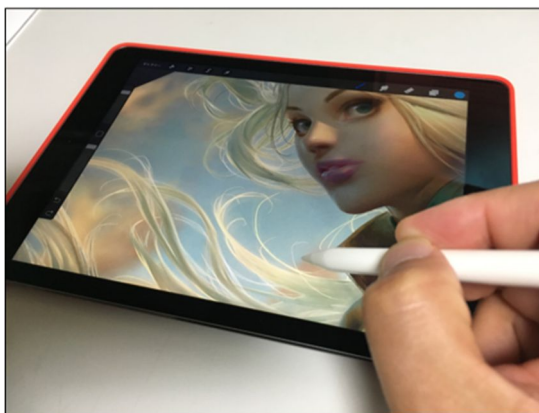


図1 高精細筆圧感知式タブレット



図2 ハプティックデバイス

(2) 伝統工芸技術アーカイブス

熟達者が行う陶磁器の絵付け作業は、日本画の技法が基となっており、絵の具は顔料と水と膠を用いる。ただ、紙ではなく一度焼成した陶磁器のガラス質表面であり、曲面の場合は筆に含ませる絵の具の量や筆圧の加減が重要となる。高解像度の動画や高精度な運筆データはそのような微妙な描画状況を逃すことなく記録することが必要であり、伝統工芸の技術アーカイブスとしても画期的なコンテンツと成る。

有田焼の高度な上絵付け技法の描画工程は、指先の動きや運筆など繊細で緻密な記録データとなる。そのため、職人の手にデータグローブを装着してもらう。加えて作業全体を俯瞰するカメラや固定カメラも準備しておく。陶磁器の上絵付け技法は線の部分を描いて一度焼成し、彩色して再度焼成するため、撮影収録は2回に分けて行った。データグローブによる位置情報の記録については動画データと連動しながら再帰できる連携システムが重要となる。

これらのワークフローは、新素材利用による従来よりも細かな運指解析用ハンドグローブ型センサや三次元入力ハプティックデバイス等により高精細の動画と連動する職人の運筆データの視覚及び触覚アーカイブスとしても重要な知見とすることも目的となる(図3)。



図3 データグローブとハプティックデバイス

3. 研究の方法

(1) 28年度研究

初年度は、筆圧制御高精細液晶タブレット及びスタイラスペンをアプリケーションツールとして業務活用しているコミック、アニメーション、3DCG、映像編集等のワークフローやノウハウを調査した。また、詳細な描画能力の手作業の部分をデジタル化する技術とツールとして専門的なインタフェースの概要を調査した。

現在のMRや立体視コンテンツ制作は、システムの複雑化から統一化へ進んでおり、3Dコンソーシアムガイドラインによる立体視やバーチャルリアリティ及び拡張現実コンテンツ制作の標準化を確認し、制作に対応する必要な機器やアプリケーションの実態を先行する大学や研究機関、民間制作プロダクションを訪問しワークフローを調査した。

(2) 29年度研究

陶磁器絵付け職人の立体物描画作業を4K高精細動画と加速度センサや三次元入力デバイスにより記録した。有田焼の高度な上絵付け技法の描画工程は、指先の動きや運筆など繊細で緻密な記録データとなる。そのため、職人の頭部や胸部、手先にモーションキャプチャシステムや加速センサを装着してもらう。加えて作業全体を俯瞰するカメラや固定カメラも準備した。

これらは、高精細の動画と連動する職人の運筆データの視覚及び触覚アーカイブスとしても重要な知見となる。

熟達者が行う陶磁器の絵付け作業は、日本画の技法が基となっており、絵の具は顔料と水と膠を用いる。ただ、紙ではなく一度焼成した陶磁器のガラス質表面であり、曲面の場合は筆に含ませる絵の具の量や筆圧の加減が重要となる。高解像度の動画ではそのような微妙な描画状況を逃すことなく記録することが必要であり、伝統工芸の技術アーカイブスとしても画期的なコンテンツとなる。

(3) 30年度研究

最終年度は高解像度タブレットとスタイラスペンによる模写教材、さらにHMDによるMR環境における実体物への模写教材の基礎技術を開発する。4K小型カメラで撮影された模写対象動画を両者の環境で実装することは、技術的に異なったアプローチが必要となる。小型カメラの固定方法の研究として、小型4Kカメラを準備し高解像度によるエリアをトリミングして活用できるようにした。そのためには手首にしっかりと固定し、カメラが筆先を狙えるような位置合わせと、手振れ補正によるレイアウトの吟味が重要となる。

これらの要素を丁寧に分析し、陶磁器絵付け職人志望者等に実際に活用してもらい、形成的評価を行った。

4. 研究成果

(1) 研究成果の概要

本研究は、熟達者に対し新たな指導方法の構築への気づきとさせることが可能である。技能修得については観察と繰り返しの訓練が必要であるが、暗黙知を形式知化し、編集した熟達者の形式知を視覚と触覚双方から認知できることから訓練の効率化、時間短縮化が可能となることが分かった。

また、他の継承者不足で悩む日本の伝統工芸産業に対し、適用できる教材を広く開発できることが期待できる。本研究は、高精細の動画と連動する職人の運筆データの視覚及び触覚アーカイブとしても重要な知見となることが分かった。

本研究の独創的な点としては、職人と共同で加速度センサ、小型3次元入力デバイス、スタイラスペンにより陶磁器の壺や大皿等、3次元の立体物運筆の速度と筆圧を計測することである。これにより、再現描画として模写するサンプルを明確に示し、運筆や筆圧、速度を確認しながら熟達者の描く動画の上からなぞっていくことにより、模写しながら高度な立体物への描画技術を高める教材の基礎技術とサンプルモデルを開発した。

(2) 28年度成果

筆圧制御高精細液晶タブレット及びスタイラスペンをアプリケーションツールとして業務活用しているコミック、アニメーション、3DCG、映像編集等のワークフローやノウハウを調査した。詳細な描画能力の手作業の部分をデジタル化する技術とツールとして専門的なインターフェースの概要調査を行なった。

また、現在のMRや立体視コンテンツ制作は、システムの複雑化から統一化へ進んでおり、3Dコンソーシアムガイドラインによる立体視やバーチャルリアリティ及び拡張現実コンテンツ制作の標準化を確認し、制作に対応する必要な機器やアプリケーションの実態を先行する大学や研究機関、民間制作プロダクションを訪問しワークフローを調査した。更に、コンテンツインタフェースとしてメディアアート、デザインの調査も行い、インタラクティブな教材デザインを検討した。MRコンテンツ設計に関しては、開発最適化のワークフローを国内等の専門機関、先進コンテンツプロダクションや大学研究施設を訪問し、検討した。

(3) 29年度成果

陶磁器絵付け職人の立体物描画作業を4K高精細動画とモーションキャプチャ機器及び加速度センサや3次元入力デバイスにより記録するシステムの実装準備を行った。導入したデータグローブは薄くて伸縮性のあるセンサを使用し、VR・モーションキャプチャー用途のシステムであり既存のグローブシステムと比べて、高フィット感の装着性を誇り、本来の動きを妨げることなく指のデータを計測することができる。

機材やシステム等は導入できたが、開発ツールを利用した実装開発について多少時間を費やした。有田焼の高度な上絵付け技法の描画工程は、指先の動きや運筆など繊細で緻密な記録データとなる。その準備と基礎技術と運用工程の計画が主な作業となった。

(4) 30年度成果

最終年度は教材のサンプルモデル作成を行った。陶磁器絵付け職人の立体物描画作業記録を4K高解像度動画及び加速度センサや3次元入力デバイスを持つデータグローブにより記録する基礎技術開発を行った。

記録時は、職人の頭部や胸部、手首に小型4Kカメラやモーションキャプチャ機器、加速センサを装着してもらった。加えて作業全体を俯瞰するカメラや固定カメラも準備しておくこととした(図4-7)。



図4 モーションキャプチャによる収録1



図5 モーションキャプチャによる収録2

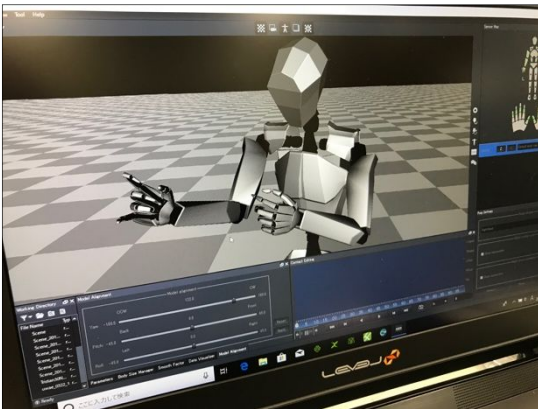


図6 モーションキャプチャによる収録3



図7 4K 高解像度ビデオによる運筆収録

また、昨年度に続き、壺や大皿等、立体物への描画作業時はMR環境用として3次元上の高解像度描画装置の実装を目標に技術調査を行った。これらは高精細の動画と連動する職人の運筆データの視覚及び触覚アーカイブスとしても重要な知見となる。

以上の研究成果や知見を社会に還元するために、2018年10月に芸術表現、医療とMR等先端テクノロジーによる課題解決に関してイベントを開催し、セミナーやシンポジウムを行った。

(5) 今後の展望

今後は、立体視技術との併用により、高解像度タブレットを用いた模写描画教材を適用し、立体視MR技術との併用によりHMDを着装し、熟達者の仮想映像とリンクしながら陶磁器実体物への模写描画学習への展開を目指す。VR及びMRの要素技術の適用とカメラやタブレットの更なる高精細化が進むことで、手描きにおける詳細なデータ解析が職人レベルの高度な手技を記録できるだろう(図8)。

これらの作業は活用例として、職人毎の癖に寄る成形物の微妙な差異などのデータ解析を行うことができる。これらを職人毎にデータベース化することにより、産地の伝統工芸技術の解明、体系化に繋がる基礎資料を作成することが期待できる。



図8 立体視MRとHMDによる壺の描画イメージ

<引用文献>

経済産業省：伝統的工芸品産業をめぐる現状と今後の振興施策について
“ http://www.meti.go.jp/committee/summary/0002466/006_06_00.pdf ”, (2012)

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕（計6件）

中村隆敏，永溪晃二：“3次元認識を構築するための仮想と現実を往還する3DCG学習モデルの研究”，佐賀大学芸術地域デザイン学部研究論文集，査読無，第2号，pp.9-16，(2019).

中村隆敏：“VR,MRによる伝統的絵付け技法修得教材の開発研究”，佐賀大学教育実践研究，査読無，第37号，pp.71-75，(2019).

梅崎卓哉，中村隆敏，角和博，穂屋下茂，清水きよし，若井雅幸：パントマイムの動作分析と3DCGアニメーションによる再表現の研究，佐賀大学全学教育機構紀要，佐賀大学全学教育機構，査読無，第7号，pp.11-22，(2019).

中村隆敏，古賀崇朗，河道威，永溪晃二，米満潔：“高解像度映像及びモーションキャプチャと仮想現実映像によるコンテンツワークフローの研究”，佐賀大学芸術地域デザイン学部研究論文集，査読無，第1号，pp.91-98，(2018).

達富洋二，栗山裕至，和田学，中西雪夫，中村隆敏，角和博：“教科教育におけるICT活用の理論と実践”，佐賀大学教育実践研究，査読無，第35号，pp.85-99，(2017).

中村隆敏：“教員免許更新講習「現場で活かすICT」の実践報告”，佐賀大学教育実践研究，査読無，第35号，pp.141-148，(2017).

〔学会発表〕（計7件）

中村隆敏：“VR環境を用いた伝統的陶磁器描画教材の開発”，日本デザイン学会第5支部2018年度研究発表会，(2018).

古賀崇朗，河道威，永溪晃二，米満潔，中村隆敏，堀良彰，角和博，穂屋下茂：“デジタル表現技術者養成プログラムにおける創造的学びの実践”，PCカンファレンス2017，(2017).

岡山空知，小林萌・三村郁未，久山佳音，山林満帆，中村啓樹，松尾匠，照屋綾子，中村隆敏，米満潔”，地形測量データを活用したインタラクティブな仮想空間の構築，九州PCカンファレンス in 北九州，(2017).

中村隆敏：“仮想現実環境におけるリッチメディア教材コンテンツの開発”，日本産業技術学会第30回九州支部大会研究発表，(2017).

中村隆敏：“筆圧制御液晶タブレットと三次元入力デバイスを用いた学習ツールの最適化”，日本産業技術学会第29回九州支部大会研究発表，(2016).

上田夏菜子，中村隆敏：“デジタルツールを用いたアニメーション制作効率の研究実践報告”，日本産業技術学会第29回九州支部大会研究発表，(2016).

古川卓，中村隆敏：“ガジェットを用いたICT利活用教育の実践研究”，日本産業技術学会第29回九州支部大会研究発表，(2016).

6. 研究組織

研究協力者

岩永千穂子 (IWANAGA CHIHOKO)

伊万里・有田焼伝統工芸士 (上絵付部門)

謝辞

本研究において，本稿で紹介した様々なシステムを用いた際には多くの方々のご協力を頂いた。この場を借りて感謝の意を表す。

また，研究の意義に同意され，貴重なデータキャプチャやビデオ収録に快く応じて頂いた伊万里・有田焼伝統工芸士の岩永千穂子氏に心より感謝の意を表す。