MR を用いた伝統的絵付け技法修得教材の開発研究

中村　隆敏

本研究は伝統工芸陶磁器絵付け技能支援のため、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。本研究では陶磁器絵付け伝統工芸職人の手わざによる運筆を４K ビデオカメラで撮影し、三次元入力デバイスで描画速度を記録し、筆圧を記録していく。それらのデータにより最終的に MR を用いた運筆描画訓練用教材として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。

Development of Teaching Materials for Traditional Porcelain Drawing Using MR System

TAKATOSHI NAKAMURA

The purpose of this research is to support ceramics painting skills in traditional crafts. For the development tool, we used pen pressure control high definition pixel tablet, VR and HMD for MR. Traditional drawing craftsmen make it possible to shorten the period of mastery of skills of ceramics patterns and patterns by using this teaching material.

1. はじめに

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，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[1]。

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。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立体視動画を筆圧感知高精細画素タブレット（**図１**）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。

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に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デバイスや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。

2. 背景

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制作を開発する。

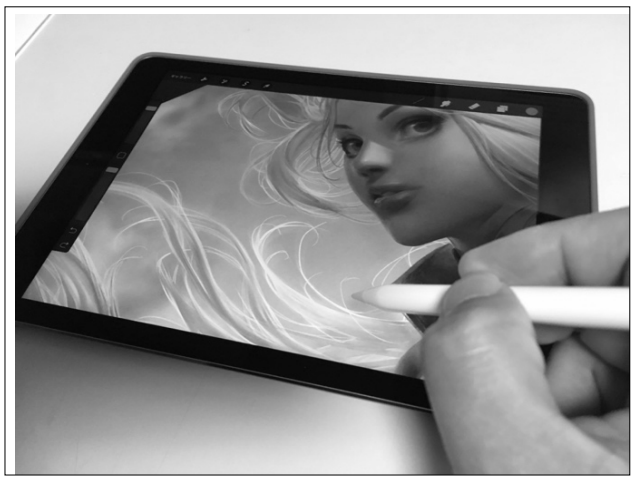

図１　高精細画素タブレット

佐賀大学
Saga University

ⓒ2019 Information Processing Society of Japan

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。また，伝統工芸技術の運筆そのものを高精細動画と運動データとして視覚と触覚から「形式知化」された研究はまだない。

VR（仮想現実）の技術や開発アプリケーション、体験システム、デバイスは旧来より存在していたが、立体視モニターや HMD も含め、開発ツールや視聴デバイス等、特殊で高価なシステムを必要としてきた。

しかし、近年、技術的普及が進み、開発ツールや視聴デバイス､アプリが一般的になってきた｡高価な専用 HMD でなくともスマートフォンを視聴デバイスにし、HMD 的なケースと組み合わせ簡易で安価な VR 視聴デバイスが市場に存在する。

このような活用法を含め、本学習ツールの最適化の検討としては、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の調査及び分析が必要である。

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．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．

3. 開発内容

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。
また，壺や大皿等，立体物への描画作業時は MR 環境用として描画対象物全体を複数カメラで同時に撮影しておく。

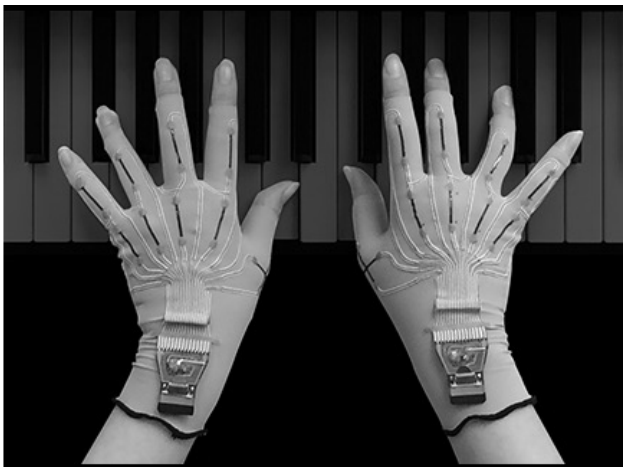

図２　運指解析用ハンドグローブ型センサ

図３　三次元入出力ハプティックデバイス

さらに，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（**図２**）や三次元入力ハプティックデバイス（**図３**）等により高精細の動画と連動する職人の運筆データ（**図４**）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。

4. 考察

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を開発する。

予想される結果と意義としては，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。また，他の後継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スとなることが確認できた。

今後は，立体視技術との併用により，裸眼 3D 表示タブレットに立体視情報を表示し模写描画教材を適用し，MR 技術との併用により，HMD を着装し壺の周囲を自在に確

ⓒ2019 Information Processing Society of Japan

図４　運筆データ収録

認しつつ，熟達者の仮想映像とリンクしながらタブレットを用いない実体物への模写描画学習への展開を目指す。VR 及び MR の要素技術が汎用化し，カメラやタブレットの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。

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。

5.　おわりに

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。
また、今後はアーカイブと同時に大壺や大皿への絵付け修得として、高解像度描画装置により VR、MR 対応の３次元上での教材描画サンプルコンテンツ（**図５**）を企画開発していく。その際、職人の作業場の雰囲気も記録するため 4K 立体視撮影用天球カメラを用いることで総合的なまるごと技能アーカイブスを目指す。

図５　MR による描画教材イメージ

参考文献

[1]経産業省: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)

ⓒ2019 Information Processing Society of Japan