

アクチュエータ内蔵筆型デバイスを用いた 書道学習システムの試作

外里有蘭^{†1} 佐藤健^{†1} 松山克胤^{†2} 中安翌^{†3} 細川靖^{†1}

書写学習には多くの道具を使用する。また、作品の乾燥スペースや道具のメンテナンスを必要とする。書の表現に関する研究は、近年盛んに行われているが、装置が大きく、高価であるので手軽に行うことができない。そこで先行研究として仮想書道学習システム「筆 veat」が試作された。本研究ではこの「筆 veat」で使用する筆型デバイスの筆先に3方向屈曲アクチュエータを内蔵し、曲がった筆先を直立に整えるデバイスの試作を行った。アクチュエータ内蔵筆型デバイスの操作性に関して影響は少なく、従来と同様に学習に用いることができることを確認した。

Development of a Calligraphy Learning System Using Actuator Built-in Brush Device

URAN TOZATO^{†1} KEN SATO^{†1} KATSUTSUGU MATSUYAMA^{†2}
AKIRA NAKAYASU^{†3} YASUSHI HOSOKAWA^{†1}

1. はじめに

書道とは、文字を美的に表現しようとする造形芸術[1]で、日本では古くから実用や趣味の形で親しまれてきた。学校教育の中にも国語の一部として毛筆を扱う書写の授業が取り入れられ、ほぼすべての日本人に書道の経験があるといえる。書道学習では、筆、硯、紙、墨といった用具が必要で、描くたびに紙を消費し、作品を乾燥させるスペースも必要とする。また、筆は使用后、洗いと乾燥等のメンテナンスが必要である。

近年、コンピュータ上で仮想的に書の表現を行う研究が行われている。VR技術を用いた書道学習支援システム[2]や拡張現実を用いた習字学習支援システム[3]があるが、これらのシステムでは、プロジェクタや習字台と呼ばれるカメラを設置した台、カメラ付きヘッドマウントディスプレイを使用する必要があり、手軽ではない。これらの研究では、筆以外の書道用具や紙を必要としないが、本来の書道よりも広いスペースを必要とし、持ち運びも容易ではない。

そこで、古川らの研究[4]により、タブレット端末を用

いた仮想書道学習システム「筆 veat」が試作された。この学習システムは、授業等で書道を学習する児童や生徒が、手軽に書道学習を行うこと目的とし、タブレット端末と筆型デバイスを用いて書道の練習と評価を行うシステムである。システムを評価するアンケートを行った結果、広い場所の確保や筆のメンテナンスを必要とせず、容易に持ち運びが可能で、また、用具を消費することなく書道練習を行うという点で高い評価を得ることができた。しかし先行研究のアンケートより実際の書道のように書けない、画面がわかりにくい、筆先の曲がった状態に戻すことができないという問題があった。

そこで、本研究では「筆 veat」を基に筆型デバイスを改良し、筆型デバイスの筆先にアクチュエータを内蔵し、曲がった筆先を直立に整える筆の試作を行った。

2. システム構成

本研究で用いるシステムは、Androidタブレット端末と3方位屈曲アクチュエータと制御マイコンの Arudino Nanoを用いた筆型デバイスで構成される。筆型デバイスの各部分名称を図1、システム接続の概略を図2に示す。

^{†1} 八戸工業高等専門学校

National Institute of Technology, Hachinohe College

^{†2} 岩手大学

Iwate University

^{†3} 神戸芸術工科大学大学院

Graduate School of Arts and Design Kobe Design University

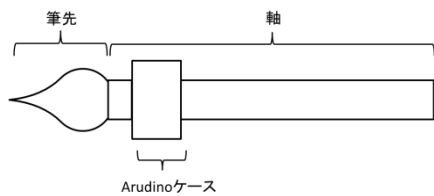


図1 筆型デバイスの各部名称

Figure 1 Name of each part of brush-type device

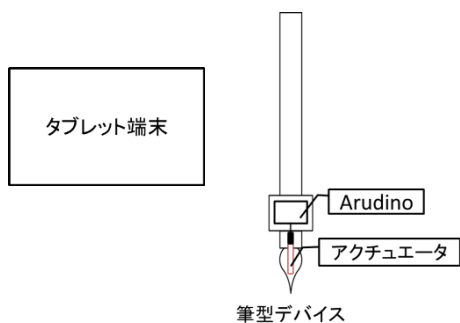


図2 システム構成概略図

Figure 2 System configuration

3. 筆型デバイス構成

タブレット端末の静電式タッチパネルに指の代わりに触れるために筆型デバイスを用いている。本研究で試作した筆型デバイスは、軸先にスペースを作りそこにマイコンケースはめ込む事ができるようにした。筆先は市販されている筆の軸を切り、導電布を覆うように巻いて導電糸で縫いつける。導電糸は軸の部分に巻き付けられるように長く伸ばしておき軸に巻き付ける。穂の部分には2つのパーツを組み合わせ、筆先を挟み込み軸の部分と組み合わせる。筆型デバイスの外観を図3に、各パーツ構成を図4に示す。



図3 筆型デバイス

Figure 3 Our brush-type device



図4 筆型デバイスの各パーツ構成

Figure 4 Parts of our brush-type device

4. 筆型デバイス試作

筆先が一度曲がった状態になると実際の筆では硯の上で墨をつけることで曲がった筆先を整えることができる。しかし図5に示すように、筆型デバイスは墨がないため、元の直立に整えた状態に戻すのが困難である。そのため筆先にアクチュエータを組み込み、容易に筆先を直立に戻すことができる筆型デバイスを提案する。



図5 筆先の曲がった筆

Figure 5 A brush with a bent tip

アクチュエータには、神戸芸術工科大学大学院芸術工学研究科の中安翌准教授が開発した、バイオメタルとシリコンチューブを用いて作成された触手タイプの直径 3mm3方向屈曲アクチュエータを使用する。

バイオメタルとはトキ・コーポレーション株式会社が開発販売している、電流を流すと筋肉のように動くアクチュエータである。バイオメタルは通常、柔らかくナイロンの糸のようにしなやかだが、電流を流すと強い力で収縮する。電流を止めると再び柔らかくなり、元の長さに戻る。これは何度でも繰り返すことが可能である。バイオメタルには細線状のバイオメタル・ファイバーとコイル状のバイオメタル・ヘリックスの二種類あるが、細くても大きな力が出せることから小型アクチュエータに適している前者を使用する。

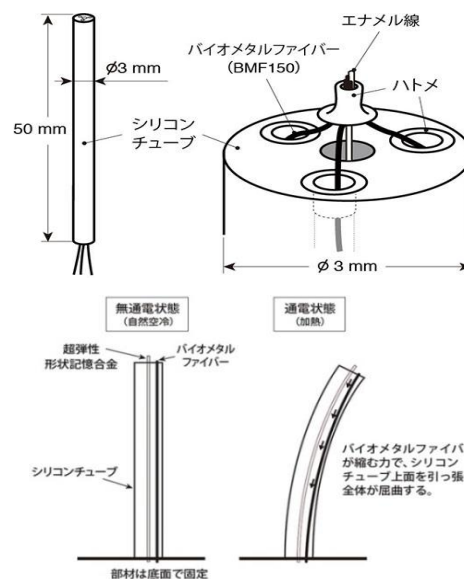


図6 3方向屈曲アクチュエータ

Figure 6 3-direction bending actuator

(出典 lecture.nakayasu.com

<http://lecture.nakayasu.com/>)

アクチュエータを入れるために、筆先の根元にある毛が布海苔で固められている中心部をくりぬき、直径 3mm ほどの穴をキリでつくる。

マイコンは Arudino Nano, 電源は 12V の A23G を使用する。トランジスタは 2SC2712, MOSFET は CJ2302 を使用する。直径 3mm 3 方向屈曲アクチュエータはバイオメタルが 3 つ等間隔に配置され、電流を流せばバイオメタルが縮み、そのバイオメタルが配置されている方向にアクチュエータが曲がる。

プログラムは 5 秒間 1 つのバイオメタルに電流を流し、そのあと別のバイオメタルに電流を流すように順に電流を流すものにした。しかし、これはアクチュエータに常時電流が流れるため熱を持ってしまった。

そのため、アクチュエータが熱を持たないようにしつつ筆先を直立に整えるために、放熱のための定時間ごとに 1 秒間、順に電流を流すことで実現した。

5. 試作筆型デバイス評価

システム上の筆跡表現の再現性や表現性の向上を評価するため、2019 年 7 月 13 日に岩手大学で行われたアート&テクノロジー東北 2019 にてアンケート調査を行った。

アンケートの結果を図 7 から図 9 に示す。主に大学生や社会人 15 名を対象とした。評価項目は 10 つあり、その中でも重視したのは筆の使用感を評価するために、「本物の習字のように書くことができたか」、「従来の筆は書きやすかったか」と「試作した筆は書きやすかったか」という項目である。従来の筆型デバイスと、本研究で試作した筆型デバイスの書きやすさについて意見を比較したところ、従来の筆より少し評価が下がったものの「書きやすさ」の評価はほぼ同一であった。しかし、本物の習字のようにできたかという問いに対しては、評価が高くなかった。

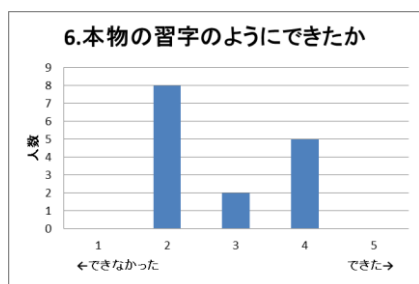


図 7 本物の習字のようにできたか
Figure 7 Can you draw like real calligraphy?

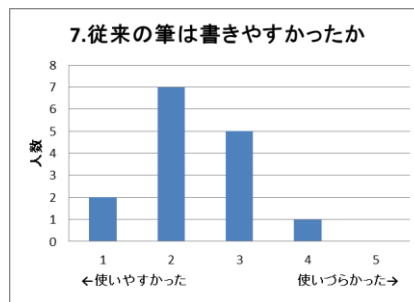


図 8 筆は使いやすかったか
Figure 8 Usability of the previous brush

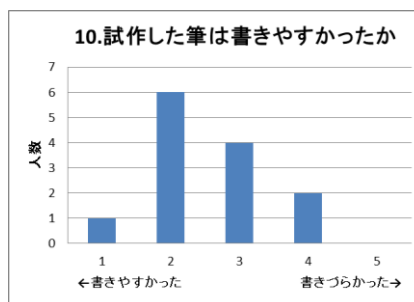


図 9 試作した筆は書きやすかったか
Figure 9 Usability of the proposed brush

6. 結果と考察

アクチュエータを筆型デバイスに内蔵し、自動で直立に整える筆を作成した。アンケート結果から試作した筆型デバイスでも従来の筆型デバイスと同様に書くことができるため、本システムを用いた学習にも問題ないことが分かった。

7. まとめと今後の展望

本研究ではバイオメタルを用いたアクチュエータを筆型デバイスに内蔵し、自動で曲がった筆先を直立に整える筆の試作を行った。また、従来の筆型デバイスと試作した筆型デバイスを用いて、実際にシステムを体験して比較して違いを感じるか調査を行った。アンケート結果からアクチュエータ内蔵筆型デバイスでも問題なく学習ができることがわかった。

今後の課題としては、学習障がい児童のデイケア施設などを訪問して、本研究で試作した筆型デバイスを用いて体験学習会を実施し、試作した筆型デバイスの使用感や筆先矯正の効果について調査を行う必要がある。

謝辞 本研究を進めるにあたり、アート&テクノロジー東北 2019 の関係者の皆様、アンケート調査にご協力いただいた皆様に謹んで感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 横山豊蘭:「書道」の教科書,実業之日本社, 2008
- 2) 村中徳明,山本隆史,今西茂:VR 技術を用いた書道学習支援システムとその学習効果,電気学会論文誌 A(基礎・材料・共通部門誌) Vol.123, No.12, pp.1206-1216 (2003).
- 3) 藤塚哲也,岩倉純,山下聖也,新井浩志:拡張現実を用いた習字学習支援システム,電子情報通信学会総合大会講演論文集,2014 年_情報・システム(1),p.163(2014).
- 4) 古川詩帆,佐藤健,細川靖:タブレット端末と無線筆型デバイスを用いた仮想書写支援システム,エンタテインメントコンピューティングシンポジウム 2016 論文集,pp8-14 (2016).