

HMD を用いた拡張現実における手書き支援システム

松井 健人

Kento MATSUI

1 はじめに

近年、携帯電話やパソコンなどの普及に伴い、はがきや報告書などの手書きだった作業が手書きでは行われなくなっている。その結果、正しい文字や綺麗な文字が書けないといった問題が生じている。しかし、手書き文字は性格をあらわすとも言われ、日常生活において重視される場面が多々存在する。そのような背景から、筆記を支援する方法が考えられている。筆記を支援する方法には大きく分けて2つの方法がある。1つは、書道教室や通信教育のように何度も文字を書いて学習する方法である。もう1つは、補助線や補助具などを利用してその場限りで上手に見せる方法である。

また、実空間に情報を追加することで存在しないものを知覚させる拡張現実が注目を集めている。本研究では、HMDを用いた拡張現実で文字を表示することで一時的に文字を上手に筆記できるシステム Support System for Handwriting by Augmented Reality using HMD(SSH/ARH) を提案する。SSH/ARH では、モーションセンサでユーザの腕を認識し、3軸加速度センサで頭の傾きを検出する。そして、手本となる文字画像の表示位置・姿勢を決定し、ステレオカメラの映像に重ねあわせ HMD に投影する。

2 筆記支援システム

筆記支援システムには、文字を学習することで恒常的な手書き文字の上達を目的とした支援システムと補助媒体を用いることで一時的に文字を上手に見せることを目的とした支援システムがある。恒常的な上達を目的とした支援システムとして村中らによる研究がある¹⁾。この研究では、タブレット型端末を用いて習字熟練者による筆運びを抽出して動画手本とすることでペン習字学習を支援するシステムを構築している。タブレット型端末を利用することで場所や時間に制限されずにペン字学習が可能となる。しかし、タブレット型端末の液晶画面上にペンデバイスを用いて文字を書くことになるため、実際の紙とペンによる感覚が損なわれてしまう。一方、SSH/ARH では実際の紙の上に文字を書くので、ユーザは文字を紙に書く感覚を残して手書きすることが可能である。

一時的な上達を目的とする支援するシステムとして山田らによる研究がある²⁾。この研究では、記入対象に

対してプロジェクタを用いて文字を投影することで手書きを支援するシステムを実現している。投影する文字の位置は記入対象の線や枠などの特徴をカメラ映像から画像処理して認識することで決定している。これにより、バランスよく美しい文字を書くことが可能である。しかし、プロジェクタとカメラの位置が変わるごとにキャリブレーションを行う必要があり、準備に多くの時間が掛かる。一方、SSH/ARH ではモーションセンサと3軸加速度センサで文字の表示位置・姿勢を決定するため準備が不要である。

3 HMD を用いた手書き支援システム

3.1 システムの概要

SSH/ARH は、HMD とステレオカメラ、モーションセンサ、3軸加速度センサで構成する。ステレオカメラを用いることで、両眼視差が生じるため三角測量の原理で距離を推測することができる。また、モーションセンサを用いることで、ユーザの腕を認識して重畳表示する画像の位置情報を決定している。3軸加速度センサを用いることで、HMD の傾きを検出して重畳表示する画像の位置情報を決定している。ステレオカメラの映像に画像を重ね表示したものを HMD に投影することで拡張現実を実現する。SSH/ARH の構成図を Fig. 1 に示す。

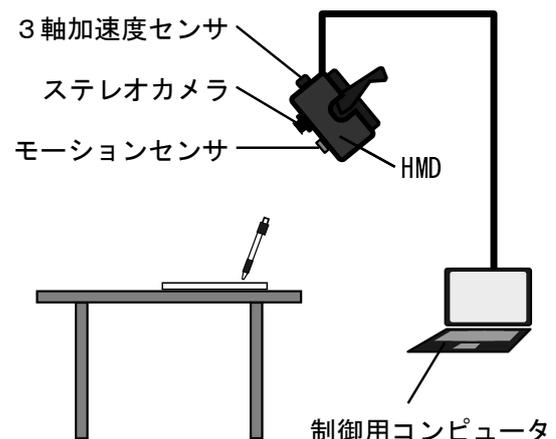


Fig. 1 システムの構成図

3.2 システムのアルゴリズム

SSH/ARH では、モーションセンサを用いてユーザの腕を認識する。そして、ユーザの利き手とは逆の手の甲

部分の位置基準として約 10 cm 平行移動した位置を手本となる文字画像を表示する位置として決定する。次に 3 軸加速度センサを用いて HMD の傾きを検出することでユーザの頭の傾きを推測し、表示する文字画像の姿勢を決定する。ステレオカメラの映像に、手本となる文字画像を決定した位置・姿勢をもとに重畳表示させる。そして、その映像を HMD に投影する。

4 検証実験

4.1 実験概要

SSH/ARH によって書かれた文字の精度について検証するために被験者実験を行った。使用機器は、Oculus Rift DK2 と Leap Motion である。被験者は 20~23 歳の学生 8 名とした。手本となる文字は、漢字の「永」を採用し、フォントは隼文字 B を採用した。実験を行う前に、没入型 HMD による拡張現実慣れさせるため約 10 分間没入型 HMD を装着させて自由に文字や図を書かせた。

検証実験ではまず、被験者に手本となる文字を見せずに筆記させた。次に、SSH/ARH を用いた筆記と手本となる文字画像を印刷した紙の模写の 2 パターンで筆記させた。そして、この 2 パターンの順番をランダムにしてそれぞれ 10 回ずつ合計 20 回書かせた。最後に、筆記した文字の綺麗さについて評価を行った。

4.2 手本文字に対する綺麗さによる評価

SSH/ARH による文字の綺麗さに対する評価を行うために、手本を見せずに筆記した文字、SSH/ARH を用いて筆記した文字と手本となる文字画像を印刷した紙を模写した文字の 3 パターンの綺麗さを比較する。今回のシステムでは、元々綺麗な文字を書ける人を対象としていないため、何も見ずに筆記した文字に対して綺麗だと判断しているユーザは除いた。3 パターンで筆記した文字に対する綺麗さの平均は Fig. 2 となった。

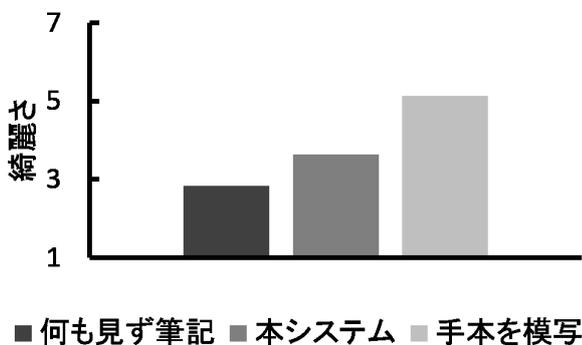


Fig. 2 綺麗さに対する評価

Fig. 2 から、SSH/ARH を用いて筆記することで、何も見ないときよりも文字を綺麗に筆記できることがわ

かった。一方で、SSH/ARH を用いて筆記するよりも、模写した文字の方が綺麗であると感じていることがわかった。これは、SSH/ARH では映像を投影するときに少なからず遅延があることから、文字が微妙に長くなるなどして不自然になることが考えられる。

4.3 手本文字に対する一致率による評価

SSH/ARH による文字精度の評価を行うために、手本を見せずに筆記した文字、SSH/ARH を用いて筆記した文字と手本となる文字画像を印刷した紙を模写した文字の 3 パターンの一致率を比較する。被験者によって筆記された文字をスキャンして画像ファイルに変換した。そして、それらの画像と手本となる文字画像を二値化して、縦横の画素数がそれぞれ 500px になるようにリサイズした。それらの画像を画素ごとに比較して一致率を算出した。一致率の算出には関係式 (1) を用いた。

$$CR = \frac{A}{A + D} \quad (1)$$

CR : 一致率, A : 一致画素数, D : 不一致画素数

また、重畳表示している文字の位置がズレている可能性があるため、一致率が最大となる位置に手本を移動する補正を行い、そのときの一致率を算出した。3 パターンで筆記した文字の補正後の一致率は Fig. 3 となった。

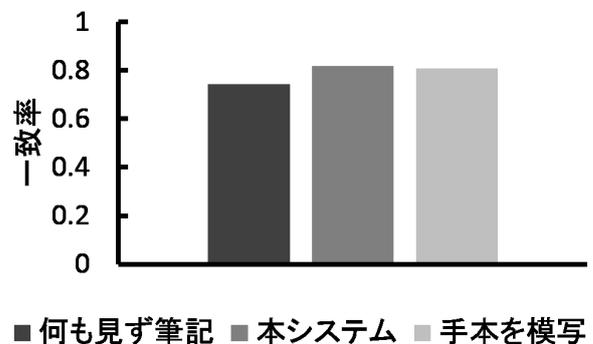


Fig. 3 位置補正後の一致率

Fig. 3 から、SSH/ARH を用いて筆記することで、何も見ないときよりもまた手本を模写したときよりも文字の一致率が高くなることがわかった。このことから、SSH/ARH を用いることで正確な形状で文字の筆記ができることがわかった。

参考文献

- 1) 村中 徳明, 徳丸 正孝, 今西 茂: ペン習字 (筆記学習) 支援システム—運筆用動画手本の教育効果—, Vol. 105, No. 632 pp. 151-156(2006)
- 2) Yamada, K. and Takahashi, M.: Support System for Handwriting using Projector, pp. 2869-2872(2011)