

運筆情報と画像処理を利用したデジタルペン習字学習支援システムの開発

Development of Digital Penmanship Learning Support System using Stroke Information and Image Processing

長井 孔明^{*1}, 越智 洋司^{*2}
Koumei NAGAI ^{*1}, Youji OCHI ^{*2}

^{*1} 近畿大学大学院 総合理工学研究科 エレクトロニクス系工学専攻

^{*1} Graduate School of Science and Engineering Faculty of Science and Engineering, Kindai University

^{*2} 近畿大学 理工学部 電気電子工学科

^{*2} Department of Science and Engineering, Kindai University

Email: ochi@kindai.ac.jp

あらまし：本研究では人間の「ペン習字」に注目し、字を綺麗に書ける人と書けない人でどのような違いがあるか分析・評価することで字を綺麗に書けるよう支援することを目的とした。方法としては、ペン入力から運筆情報を取得し熟達者と比較、画像処理技術を使用して被験者が書いた字のバランス等を分析・評価する。

キーワード：ペン習字支援、運筆情報、画像処理、習字スキル

1. はじめに

ペン習字とは、ボールペンや鉛筆を用いて字を美しく書く事を指す。字の美しさは、字の形や大きさや筆圧等から書き手の性格や適性が判断可能だと考えられており⁽¹⁾、履歴書などの手書き文書において、字を綺麗に書けることは相手に好印象を与えることに繋がる。誰しもが綺麗に書けるわけではなく、字が汚く、何度も書き直す、書き直してもまだ汚く満足できないといった意見が多々ある。先行研究では、平仮名学習において筆順アニメーションと液晶タブレットを用いて「見る」学習と「書く」学習を行う研究⁽²⁾がある。本研究では、文字列のバランス診断によるペン習字支援システムを開発する。本システムは、学習者の運筆情報と画像処理技術を用いて、文字毎の大きさや配置、間隔を分析・評価することで、ペン習字の上達を促す機能を実装する。

2. ペン習字の支援のアプローチ

2.1 想定環境

近年、ペン入力に対応したタブレット端末の普及や高性能化が進んでいる。本研究では、ペンタブレットやペン入力に対応した PC での手書き文章の入力を対象とする。

2.2 文字の綺麗さの判断手法

一般的に、書いた文字列が綺麗とされる項目は大きく分けて3つあり、「文字の大きさにおいて漢字は大きく、ひらがなは小さく書くこと」、「文字の中心位置が一定であること」、「文字毎の配置間隔が一定であること」である⁽³⁾。これらの項目を基準とし、後述するシステムを用いて学習者のペン入力から運筆情報を取得し、画像処理技術を用いて評価し支援を行う。この支援の他に本研究では文字毎の綺麗さの評価も行う。文字中では、止める部位や払う部位などでは筆圧や運筆速度が変わるため、熟達者との

比較を行い評価する。

3. 試作システム

3.1 目的

本システムでは、ペン入力から学習者の運筆情報を取得する機能と、画像処理技術を用いて、学習者が書いた文字列の分析・評価を行う手法と、熟達者（教師データ）との比較可能な学習環境を実装する。

3.2 実装機能

(1)描画機能

ペン入力文字が、運筆時の筆圧でフォントが変更され、PC 画面上に描画される機能である。背景に熟達者の字画像を薄く表示する機能を備えており、学習者が任意で表示・非表示を選択できる。また、間違っって運筆した際には、一画分戻すまたは全部削除の機能も搭載している。

(2) 採点機能

運筆終了後、「採点」を押すことで、運筆情報を CSV 形式にした後、予め教材管理データベース（AWS の S3）に登録してある熟達者の運筆データを用いて個々の文字を比較し、画像処理ライブラリ（OpenCV）を用いて文字ごとの大きさ、配置、間隔を取得し採点を行う。採点終了後、結果画面が表示される。この結果画面は「全体の採点結果(図 1)」と「個別の採点結果(図 2)」が表示出来るようになっているため、学習者が見たいものを表示できる仕様となっている。個別の文字の結果画面では、熟達者との一画ごとの比較再生を行える機能も実装している。

(3)リアルタイム診断機能

学習者が運筆中一画ごとに、熟達者の運筆時間より長過ぎる（または短過ぎる）場合にリアルタイムでコメントを表示する。また、「参考再生」を押すことで、学習者のリアルタイムの運筆画数に応じて、背景に熟達者の運筆を一画ごとに再生する。

3.3 採点手法

採点する項目は全部で4つである。項目内容を以下に示す。また、採点結果にて表示される学習者が書いた文字列を赤と青で表したものの(図3)は、筆圧の変化に応じて色分け表示したものであり、赤であるほど筆圧が強く、青であるほど筆圧が弱い事を表す。

(1) 文字毎の判定

個々の文字を熟達者のデータと比較し採点する。個々の文字の採点項目は3つあり、それらの項目で採点した後、全ての文字の点数の平均をこの項目の点数とする。以下に採点項目内容を示すが、一画ごとの採点であるため、全ての画の採点が終了した後、項目ごとにそれぞれの画の得点を合計し、画数で割る処理を行っている。

(a) 運筆速度

運筆時間の長さで得点を与える。

(b) 的確な位置での筆圧強弱

まず、筆圧が強いと判断する基準は画ごとに分かれており、学習者が運筆した中で最も筆圧が強い部分から閾値を決め、閾値以上の部分は筆圧が強いと判断する。筆圧が強いと判断された部分は中央値を取り、その中央値の存在する位置が熟達者とどれだけ近いかで得点を与える。

(c) 的確な位置での描画

熟達者の運筆データを画ごとに一定の分割数で区切り、区切った部分の座標(採点座標)と、学習者が運筆した画ごとの座標の中で、採点座標と一番近い座標がどれだけ近いかで得点を与える。

(2) 文字の大きさ

文字毎の大きさは、漢字は大きく、ひらがなは小さくすることで美しく見える。そのため、漢字毎の大きさ、ひらがな毎の大きさがそれぞれ一定かの評価、及び漢字とひらがなで大きさが違うかの評価を行い、得点を与える(図4)。

(3) 文字間隔

文字毎の間隔は一定である方が美しく見えるため、文字間隔のバラつきが少ないかを評価し得点を与える(図5)。

(4) 文字の中心

文字毎の中心が同じ高さである、つまり、文字の中心に串を刺したように高さが揃っている文字列は見栄えが良くなる。従って、文字の中心の高さのバラつきが少ないかを評価し得点を与える(図6)。

3.4 学習者への支援方法

本システムにおける学習者の支援方法は大きく分けて2つあり、前述の「採点機能」と「リアルタイム診断機能」である。支援の流れは、学習者が指定した文字列を運筆し、全部書き終えたところで「採点」を押す。学習者は表示される文字列全体の採点結果を閲覧し、文字毎の筆圧の変化、文字毎の大きさ、文字毎の配置間隔、文字毎の中心の揃い具合と文字毎の個別結果を確認する。個別結果では学習者は、自分自身の運筆と熟達者の運筆の違い(運筆速度

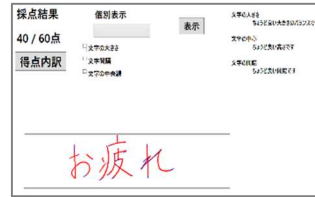


図1 採点結果(全体)

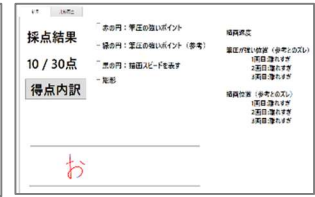


図2 採点結果(個別)



図3 筆圧の変化



図4 文字の大きさ

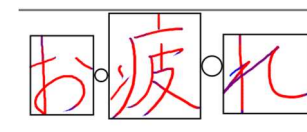


図5 文字の間隔

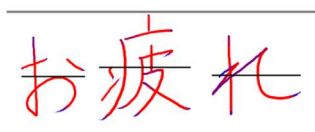


図6 文字の中心

や筆圧等)を確認する。学習者と熟達者の運筆を一画毎に同時再生する機能があり、学習者は自分のペースで運筆の様子を確認できるため、どの部分の運筆速度が遅い・速いかを学ぶことができる。確認後、描画面に戻り、リアルタイム診断機能を活用し再度同じ文字列を書く。学習者は文字列を書いた後、「採点」を押して再度確認する。この流れを繰り返すことで学習者のペン習字上達を促す。

4. 今後の課題

本システムはデジタルペン習字を対象としたが、本学習支援が手書き文字の綺麗さ向上にどれだけ関与するか等、評価実験を行う必要がある。想定する評価実験の流れとしては、本システム利用の事前・事後を比較するといったことが考えられる。

謝辞

本研究は JSPS 科研費 JP17K01098 の助成を受けた。

参考文献

- (1) 柴田博仁、大村賢悟：「手紙文の内容評価と差出人のパーソナリティ評価に及ぼす表示メディアと文書スタイルの効果」、日本印刷学会誌、Vol54-1、pp.49-57(2017)
- (2) 吉野 岳男、田中 久治、岡崎 泰久、渡辺 健次：「筆圧を含むオンライン手書き情報を用いた平仮名学習支援システムの改良」、電気関係学会九州支部連合大会、pp.330(2010)
- (3) 青山 浩之：「10 日で「美文字」が書ける本」株式会社 講談社出版、2013 年