

書教室に提出された書のコンピュータによる評価

舟 久 保 登

(元本学教員)

抄録

毛筆により書かれる書の分野におけるコンピュータ技術応用について、生徒から提出された書の先生の手本に対する評価をコンピュータを使って行う場合の具体的な結果を得た最初の試みの報告である。紙上に書かれた両方の書をスキヤナを用いてデジタル化して取り込んだ後、計算して得た一次モーメントの値により位置合せをする。そして生徒の書の評価には、パターン認識での単純類似度を使用した。ここで取り上げた一つの文字「踐」の三生徒の書について、位置合せ後の若干ずらした位置での類似度の最大値を求めることにより、先生の与えた順序と同じものである評価結果を得ることができている。

Key Words: calligraphy evaluation by computer, simple similarity, digitalization of calligraphic data, positioning based on first moment, network applications in future

まえがき

現在の社会は、コンピュータ（身近なパソコンで良い）の利用を抜きには考えられない。書の学習の世界もその通りであろうが、これはかねてから知人である凌雲会の津金新氏の主張であり、その示唆により筆者は五年ほど前に、その会報に「コンピュータによる新しい書道科学」なる文章を草しておいた「一」。しかしその後特にこの具体的な試みは現れていないようなので、ここにその実現の第一歩を報告して、読者の感想・批判などを期待する次第である。

評価についての基本とした考え方

筆者は特別に書の勉強をしたことはない。思い出してみると、

それは高校における選択科目として六十年以前に行った経験だけである。それでも書を作成する際には、その内容に対する精神的な理解や共感、また筆の持ち方、さらに記憶している先生の手をそえての筆先の運び方法指導などが欠かせないことは認識している。しかしこれらの点をコンピュータ・プログラムに組み込むことは、一先ず相当に難しい。

また一方凌雲会など書教室における書の勉強場面を考えると、書教室の生徒さん（以下単に生徒と記す）は会報に載っている書家の先生の書を参照し、それに出来るだけ近くなるように書を作成していると思われる。また提出された書作品についての先生による評価も、第一義的にはこの書の形状に関する類似さに基づいていると解釈される。そうだとすると、先生による手本としての書、そして生徒から提出された書も紙上に描かれた客観的なパターンと捉えられるので、これらの間の類似さを計算して評価するのは、コンピュータ・プログラムによって充分可能である。

対象とする書のスキャナによる取得

前述したようにここで対象とする書は、会報に印刷されている写真状の先生によるお手本である書と、生徒から提出された紙上に実際に筆によって書かれた書そのものである。しかしこれらの書はいわゆるアナログ情報であり、一方読者もよくご存

知のようにコンピュータで扱える情報はデジタル形式のものではない。つまりより具体的に言えば、書の存在する紙上の位置およびそれを表現している書のストロークを成す墨の濃淡情報が、共に数値となっている必要があるわけである。

この画像（書もその一種である）をデジタル化する方法は現在いろいろ存在する。しかしここではその最初の試みであるゆえ、あまりスマートとは云えないがもつとも基本的であるオンライン型のスキャナを使って行つた。この装置は空間的な最高分解能〇・〇二耗、白黒濃淡精度二五六諧調（八ビット、一バイト）のもので、ここでの目的には充分なデジタル情報を表現できる。後の頁にある図1はこれらをプリンタで出力表示した結果であるが、これらを観察すれば元の書と区別がつかず、その妥当さは充分納得されるであろう。

書を評価するコンピュータ・プログラムの概要

プログラムの最初は、ファイル中に保存されているお手本である先生と評価対象である提出された生徒の二つの書のデジタル・データの呼び出しである。

ここでの方法のようにこれらの二パターンの類似さをみるのにそれらの間の照合（マッチング：matchingという）を計算するためには、その存在位置を合せなければならない。この基本は縦と横の中心を合わせることであるが、書のように形状が複

雑な場合にはその中心は不安定で必ずしも適当でない。そこでしばしば行われるのは、中心の代わりに重心を採用することである〔二〕。丸や四角のように単純な図形では重心と中心は一致し、また重心の値は図形の大部で決まって、さ細な部分の相違にはあまり左右されないのである。

もっとも重要な類似さの評価には、良く使われる（単純）類似度を用いる〔三〕。その数式は図2中に示したようで、これを計算するプログラム部分も同じ所に表した。なおこの類似度は後で記すように重心一致位置と試みにその周り五画素あて八ヶ所にずらしたもので算出して、その中の最大値を採用することとした。

コンピュータによる書の評価結果

先生の書に対する生徒から提出された書を類似さを測る類似度を求めることで、コンピュータにより評価する。ここで対象とした生徒の書は三例で、予め書の先生によりA、B、Cと成績付けられた典型的なものである。その類似度の結果を図3中に示す。

それは三×三の表で記しており、真ん中の値が重心（中心）を合わせた位置のもの、周りの八つの数値は各々上下、左右、斜め方向に生徒の書を五画素ずらした場合の類似度である。真ん中の位置の値だけに注目すると、その大小の順序は残念ながら

先生によるA、B、Cと評価の順序が一致しなかった。そこで位置をずらしたものを含めた九個の値の最大値を見出し、この値を類似さとして採用することにしたところ、その結果は先生の評価と一致した。（なお所期の目的を達成したので今回の実験はここまでで止めたが、使った五画素のずらし量の最適さの検討は今後の問題としておく。）この場合の書の重なり具合も図中に示してある。これから読者は明確にこの一致具合を見て取られよう。以上は三つの書の標本についての結果であるが、同様な事柄が他の多くの書に対しても得られることは十分に期待できると思われる。

今後の展開について

以上述べた内容で目標とした基本的枠組みは示せたと思うが、扱った対象が一字種、生徒からの典型的な三標本にしか過ぎないので、当然もつとこの対象数を増やしてその妥当性を確かめたい。ただこのためには現在手作業でそのほとんどを行っているスキャナにより書データをデジタル化する取得操作部分を、コンピュータ・プログラムを用いて自動化する必要がある。この操作はその手続きが明確に分かっているので、（その）プログラムによる実現に難しいところは何もない。

もつと将来のことを考えると、生徒の作成する学習した書を紙上の形でなく、直接デジタル・データとして獲得できれば、

例えばネットワークを通して先生に提出可能になるのも素晴らしい。これは決して夢ではなく、先に発表された中国・台湾の張先生の発明になる装置「e筆」「四」などを用いれば、原理的に実現容易であろう。この場合仮想な書が存在するわけであるが、人間が実際に見たい時は字面としてプリントすれば良いわけである。

参考文献

- 〔一〕 書教室会報・書芸大観（凌雲会）
- 〔二〕 舟久保・パターン認識・八四頁（共立出版）
- 〔三〕 舟久保・パターン認識・二四頁（共立出版）
- 〔四〕 「e筆」（読売新聞・朝刊、平二六・三・二七）

謝辞

本研究ノートの紀要への掲載を許可された編集委員会、またその際行われた査読の担当者に対し、心から感謝申し上げます。



先生の手本の書



生徒提出の書B

図1 書のスカナによる取得

$$\text{類似度}(f, g) = \frac{\sum \sum f_{i,j} \cdot g_{i,j}}{\sqrt{\sum \sum f_{i,j}^2} \cdot \sqrt{\sum \sum g_{i,j}^2}}$$

```

TP_smlr=0.0;
for (ix=0;ix<340;ix++)
    for (jy=0;jy<350;jy++)
        TP_smlr+=Teacher_Ptn[ix][jy]*Teacher_Ptn[ix][jy];
TP_smlr=sqrt (TP_smlr);
SP_smlr=0.0;
for (ix=0;ix<ixe_s;ix++) //対象生徒の書の横画素数
    for (jy=0;jy<jye_s;jy++) //対象生徒の書の縦画素数
        SP_smlr+=Student_Ptn[ix][jy]*Student_Ptn[ix][jy];
SP_smlr=sqrt (SP_smlr);
(プログラムは
    右上に続く)
| ix=340;
| if (ixe_s<ixe) ix=ixe_s;
| jye=350;
| if (jye_s<jye) jye=jye_s;
| TPSP_smlr=0.0;
| for (ix=0;ix<ixe;ix++)
|     for (jy=0;jy<jye;jy++)
|         TPSP_smlr+=Teacher_Ptn[ix][jy]
|             *Student_Ptn[ix][jy];
| similarity=TPSP_smlr/TP_smlr/SP_smlr;
|                                     //類似度計算
| i_similarity=similarity*10000.0;

```

図2 類似度の数式とこれを計算するプログラム部分



5262	6099	6879
5221	6140	7124
5074	5746	6627

生徒の書A

5985	6417	6049
5945	6205	5885
5682	5922	5860

生徒の書B

6042	5828	5212
6169	5994	5409
5834	5885	5444

生徒の書C

図3 生徒提出の書の類似度による評価結果