

文字認識に必要な解像度の条件についての一検討

2 G-4

西村真一* 仙田修司** 美濃導彦** 池田克夫**

* 三田工業株式会社 **京都大学工学部

1 はじめに

これまで文字認識に関する研究が数多く行われてきたが、その対象となる文字の複雑さと解像度との関係については殆んど考慮されていない。しかし、文書画像には様々な大きさの文字が混在するので、文字認識に必要な解像度の条件を明確にする必要がある。例えば、小さい文字を認識する際には、大きい文字の場合よりも高い解像度が必要となる。また、複雑な文字は簡単な文字よりも認識に必要な解像度は高いと考えられる。

本稿では、文字認識に必要な解像度の条件を実験的に明らかにするための検討を行う。

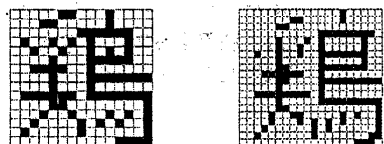
2 複雑度の定義



図1. 複雑度の定義 (複雑度 = 7)

対象となる文字を図1のように縦横2方向からそれぞれ別々に走査し、白画素から黒画素に反転する回数を走査線ごとに求め、その最大値を対象文字の複雑度と定義する。直観的には、文字の複雑度と文字認識に必要な解像度の間には因果関係があると予想できる。

3 サンプリング定理による解像度



(a) 画素数 = 15 (b) 画素数 = 20
図2. 低解像度における“鶏”

紙に描かれた文字の大きさとスキャナーの解像度により、入力される文字パターンの画素数が決まる。ここでいう解像度の条件とは、ある文字パターンを認識するために必要な文字パターンの画素数であるとする。ただし、文字パターンは正方形とし、縦横方向の違いは考えない。これにより、文字の大きさとスキャナーの解像度に無関係に以後の議論を進める。

定義から明らかなように、複雑度は縦横方向に含まれる線の最大の本数を表している。したがって、文字を白黒二値画像として表すのに必要最低限の画素数は、文字の複雑度を T とすればサンプリング定理より $(2T+1)$ となる。図1の文字は、この画素数では図2(a)のようになり、正しい文字認識の結果は期待できない。

位相関係を保存した状態で文字を入力するための条件は、複雑度 T の $2\sqrt{2}$ 倍であることが知られている [1]。この条件をみたす画素数で図1の文字を表現したものが図2(b)である。

しかし、文字認識としてどれだけの解像度があれば十分であるかについては未だ明らかではないので、ここでは、実験的に解像度の条件を求めることを考える。

4 解像度条件に関する実験

4.1 実験の手順

実験条件

- 認識対象は第一水準漢字から選んだ70文字。
- スキャナー：300 dpi (解像度)。
- 文字認識には方向線素特徴量 [2] を用いた。特徴ベクトルは364次元。
- 識別距離にはシティーブロック距離を用いた。
- 認識辞書は実験に使ったデータとは別に JIS 第一水準 3417 文字 (仮名文字、記号を含む) 20 ポイント、明朝体から作成した。

以下に示す二つの実験を行った。

Study on the Requirement of Character-Pattern Resolution for Character Recognition

Shinichi NISHIMURA¹, Shuji SENDA², Michihiko MINOH², Katsuo IKEDA²

¹Mita Industrial Co., Ltd., ²Kyoto University

実験1

1. 明朝体 16 ポイントの活字をスキャナから二値画像として取り込む。得られた文字パターンのサイズは 66~59 画素であった。
2. 文字パターンを文字認識して、第一候補が正解であればその解像度は文字認識に十分とみなし、文字パターンを 10% 縮小して、再度、文字認識する。結果が不正解 (第二候補以下) となるまでこの処理を繰り返す。
3. 文字認識結果が正解となる最低の画素数を文字認識に必要な解像度の条件とする。

実験2

1. 明朝体 7.5 ポイント~16 ポイントの活字をスキャナから二値画像として取り込む。
2. 活字のポイント数と文字パターンの画素数は対応するので、各ポイントごとに入力された文字パターンの画素数の平均を求める。同じポイントの文字パターンをすべて文字認識して、第一候補の正解率の平均をその画素数における文字の認識率とする。

4.2 実験結果と考察

実験1の結果の一例を表1に、結果をまとめて表2に示す。

複雑度は解像度条件との関連を目的として定義したので、表1からもわかるように必ずしも人間の感覚とは一致していない。

表2から複雑度と解像度には相関関係があることがわかる。複雑度が大きくなるにつれて解像度/複雑度の値は、位相関係を保持した時の条件から求まる値 ($2\sqrt{2}$) に近付いている。これは複雑な文字ほど位置の変動に不変な認識が行われていることを示している。言い替えれば、複雑度が小さくなるほど、文字ストロークの位置の自由度が大きくなり、その文字であると認識するための解像度を理論値よりも高くする必要がある。

表2を利用すれば、文字認識率を計算できる。計算では、必要解像度を満たしている文字はすべて認識でき、満たしていない文字はすべて認識できないという仮定をおく。この結果を解像度と認識率の関係として図3に実線で示す。

図3には、実験2の結果も点線で示してある。図3のグラフにおいて、実線に比べて点線の方が文字認識率が下がっているのは、小さい文字は原理的に潰れやすいこと、印字品質の影響、スキャナから入力した文字がデジタルな世界で拡大縮小するのに比べてノイズが多いこと、などが原因であると考えられる。

	曇	覆	護	薦	鋭
複雑度	11	10	9	8	7
縦の複雑度	5	7	6	6	7
横の複雑度	11	10	9	8	5
必要解像度	34	33	31	27	22

表1 解像度条件の実験の一例

複雑度	11	10	9	8	7	6
データ数	4	8	21	20	13	4
解像度の最大値	44	43	42	51	35	26
解像度の最小値	29	24	21	21	21	19
解像度 (平均)	34.5	32.5	31.5	29.9	25.4	24.7
解像度の分散	51.0	36.8	26.5	39.6	18.9	15.5
解像度/複雑度	3.13	3.25	3.50	3.63	3.63	4.11

表2 解像度条件の実験結果

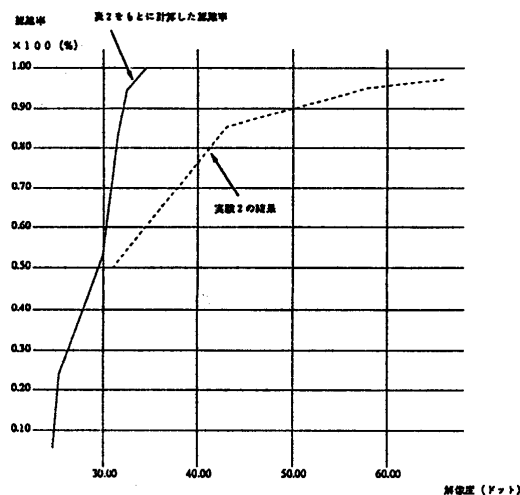


図3 解像度と認識率の関係

5 まとめ

文字認識に必要な解像度の条件について実験的に検討した。データ数が少ないこと、及び実験の条件がよく整理されていなかったことなどの理由によりまだ不十分ではあるが、大まかな傾向は把握できた。今後は、これらの条件をより明確にしてデータを取得するとともに、この条件を文字認識に利用する手法を考案して、道具として用いる文字認識精度の向上を目指す。

参考文献

- [1] Theo Pavlidis: "Algorithms for graphics and image processing," Comp. Sci. Press, pp. 129-163, 1981.
- [2] 孫 寧: "方向線素特徴量を用いた高精度文字認識," 信学論, vol. J74-D-II, no. 3 pp. 330-339, 1991.