

つづけ字を可能とする毛筆体文字生成システム†

戸 倉 毅^{††} 鈴木 隆子^{†††} 中 村 浩 子^{††}
 牧 野 優 子^{††} 高 倉 穂^{††}

本論文では、ワードプロセッサ等のOA機器に個性的で美しい日本語出力を実現することを目的とした、毛筆体文字の計算機による生成方式について論じる。毛筆体文字は、ストロークごとに生成する。各ストロークは骨格線上の3~7点のx,y座標と太さ情報をパラメータとし、それらを3次スプライン補間し輪郭情報を得る。ストロークの起筆・収筆部は、12角形の筆触形をあてはめることにより筆らしさを表現する。文字をストローク単位に生成しているため、文字の変形が可能であり、ひらがなに対して『つづけ字』を実現している。また、各ストロークのパラメータを半自動的に抽出し文字データを容易に作成できるエディタ、外字を簡単に作成できるエディタも同時に実現した。JIS 第1水準の漢字およびひらがな、片仮名計3148字の行書体文字を作成し、実用レベルの出力品質が得られていることを確認した。データ量は、平均的な11画の漢字について約150バイト、作成した3148文字に対し432kバイトであり、実用上妥当な量である。

1. はじめに

パーソナル・コンピュータやワードプロセッサの急速な普及により、漢字プリンタを用いて日本語文書を清書することが一般的になってきた。現在、漢字フォントは24×24ないしは32×32の明朝体ドットフォントが通常使用されているが、より高品質・多種類の文字フォントが求められている。また、一方では、画一的なフォントだけでなく、より美しく個性ある日本語文字を出力したいという要望もある。これらの要求に応えるためには、文字品質の問題のほか、JIS 第1, 2水準約7000文字の文字フォントが複数セット必要となるため、何らかのデータ圧縮が必須であり各種の研究が行われている^{4), 5), 8)-10)}。

本研究では、OA機器に美しく個性的な文字出力を実現することを目的として、案内状や宛名書き等に利用できる毛筆体文字生成方式を開発した。毛筆体文字出力の要求は、日本語毛筆表記の美しさを求めるものである。そのため本研究では、

- 高い文字品質
- 高いデータ圧縮

† Computerized Generation System of Brush-Written Japanese Characters with Inter-character Connections by TSUYOSHI TORURA (Information Systems Research Laboratory, Corporate Engineering Division, Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), TAKAKO SUZUKI (IWP Development Department, Corporate Engineering Division, Matsushita Graphic Communication Systems, Inc.), HIROKO NAKAMURA, YUKO MAKINO and SAKI TAKAKURA (Information Systems Research Laboratory, Corporate Engineering Division, Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.).

†† 松下電器産業(株)技術本部情報システム研究所
 ††† 松下電送(株)技術本部 IWP 事業開発部

●『つづけ字』の生成

を目標とした。また、大量の文字データの作成を支援する文字セット作成用エディタ、実用上必須となる外字作成用エディタも同時に開発した。

文字フォントを圧縮・復元する方式は、すでに多くのものが開発されており、次に示す方式が代表的である(P. Karow⁴⁾が詳しくまとめている)。

- (1) ランレングス法等によりドット・イメージのフォント・データを圧縮・復元する方式。
- (2) 直線、円弧、高次曲線(Bezier曲線やSpline曲線等)により文字輪郭を近似する方式^{10), 16)}。この方式はアウトライン・フォントとして多数開発されている。拡大や斜体等の幾何学的な文字変形・修飾が可能。
- (3) 文字のストロークを形状別に分類し、あらかじめ定めたパターンもしくは規則でストロークを生成する方式⁹⁾。
- (4) 文字の骨格線上の数点に関するパラメータから骨格線を復元し、文字ストロークを肉付けする方式⁵⁾⁻⁸⁾。

(1)の方式は、原データがドット・フォントであるため、文字の高品質な拡大・変形・修飾が難しい。

(2)の方式は幾何学的な文字変形・修飾が容易である。しかし、文字の輪郭線をデータとするため、基本データから複数書体の生成や文字骨格の変形はできない。(3)の方式は、書体特有のストローク部品を組み合わせることにより、複数書体を生成可能とする。

(4)の方式は基本データとして、文字ストロークの骨格情報をもつため、複数書体の生成や骨格の変形が原

理的に可能である。(1),(2)は文字を一般の図形として表現しているのに対して,(3),(4)は文字をストロークとして表現しているため,より多彩な文字の変形・修飾が可能となる。

本研究の目標の一つである『つづけ字』は,運筆の勢いにより,文字が変形しかつ上下に続く2つの文字が滑らかに接続されるものである。したがって,『つづけ字』を生成するためには,骨格情報を基本データとする(4)の方式が適していると言える。本研究では,(4)の方式を基本とした文字生成アルゴリズムを採用した。

2. 毛筆体文字の生成

2.1 毛筆体文字の生成原理

手書き文字は,使用する筆記具が用紙と接触する形(これを筆触形と呼ぶ)が用紙上を動くことにより描かれる。筆圧や運筆速度により筆触形が変形し各筆記具に応じた字形が現れる。筆記具が動く軌跡は文字の骨格線であり,筆記具によって異なった曲線であることが多いが,基本的には滑らかな曲線で表現できる¹¹⁾。

この文字筆記メカニズムを基本とした字形生成アルゴリズムは骨格肉付け法として知られている。骨格肉付け法では文字の骨格線情報をデータとして持つため,骨格線を変形することにより,つづけ字の筆の軌跡を表現することが可能となる。

骨格肉付け法の具体的アルゴリズムには次のものがある。坂元らの方法⁶⁾は,文字骨格線上の少数の点を3次スプライン補間することにより骨格線を生成し,8角形の筆触形を骨格線に沿って移動・塗りつぶすことによって,高品質なひらがな明朝体を生成している。張らの方法⁷⁾は,毛筆楷書体の画を分類し少数のパラメータから骨格線を生成し,特別な筆触形を移動・塗りつぶすことにより,毛筆楷書体を生成している。

しかし,これらの方法では筆触形の軌跡を筆触形の移動・塗りつぶしによって生成しているため,文字出力時に字形を生成するには計算量が大きい。本方式では,毛筆体の一面を起筆・送筆・収筆の3つの部分に分け(図1),送筆部では簡略化した筆触形として円を用い,起筆・収筆部では涙滴形を近似した12角形の筆触形をあてはめる。これにより一面の輪郭点列がより少ない計算で得られる。

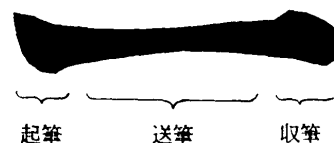
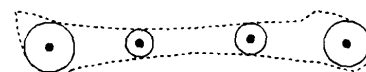
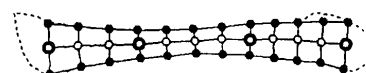


図1 毛筆体文字の画

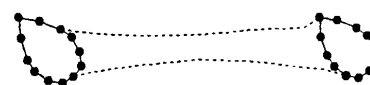
Fig. 1 A stroke of brush-written characters.



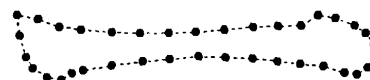
(a) ストローク・データ



(b) 送筆部の生成



(c) 筆触形のあてはめ



(d) 輪郭点列の生成



(e) ぬりつぶし

図2 毛筆体文字の生成過程

Fig. 2 Generation process of brush-written characters.

2.2 毛筆体文字生成アルゴリズム²⁾

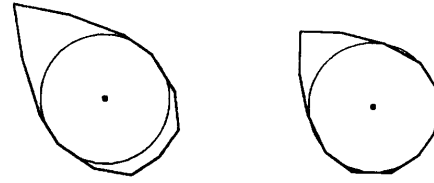
毛筆体文字の画を屈折点で分離した画の要素を,ストロークと定義する。本生成方式では,ストロークを生成の単位とし,複数ストロークの生成により1つの文字を生成する。

毛筆体文字の1本のストロークは,図2に示す流れで生成される。すなわち,まず基本となるストローク・データから送筆部の輪郭点列を生成し,続いて起筆・収筆部に筆触形をあてはめ,送筆部と接続して得られる輪郭の内部を塗りつぶす。図2(a)~(e)の流れに沿って以下に説明する。

(1) ストローク・データ

ストロークの生成に用いるデータは次のものから構成される。

- ストロークの骨格線上にとられた少数の点（これを骨格点と呼ぶ）の座標と、その点でのストロークの太さ（図2(a)）。
- 起筆・収筆部の筆触形のタイプおよび方向（図3）。筆触形は涙滴形を近似した12角形を用い、方向と大きさを可変としている。また、複数の書体に適用するために、2種類の筆触形を用意している。これにより、種々の起筆・収筆の形を表現することができる。



(a) タイプ1 (b) タイプ2

図3 筆触形

Fig. 3 Brush touch shapes.

(2) 送筆部の生成（図2(b)）

ストローク・データのうち骨格点の座標および太さを滑らかに補間し、骨格線上の各点における座標および太さを求める。補間には、滑らかな曲線を生成する3次自然スプライン関数¹⁷⁾を用いる。スプライン関数は1価関数であるため、座標 x, y および太さ w を、ストロークの始点から骨格線に沿った距離 t をパラメータとして表現し補間を行っている。なお、開スプライン関数の境界条件を0にとってよいことを実験的に確認している。

さらに各補間点に対し、骨格線の法線方向に太さ $w/2$ だけ離れた2点を送筆部の輪郭点とする。

(3) 起筆・収筆部のあてはめ（図2(c)）

ストローク・データ（大きさ、方向、筆触タイプ）および送筆部の端点座標を用いて、起筆・収筆部における筆触12角形の座標を求める。

(4) 起筆・収筆部と送筆部の接続（図2(d)）

以上で求められた送筆部の輪郭点列と、起筆・収筆部の接続を行い、ストロークの輪郭点列を生成する。収筆部における鋭角的な接続は筆の動きからはありえないため、滑らかに接続を行う²⁾。

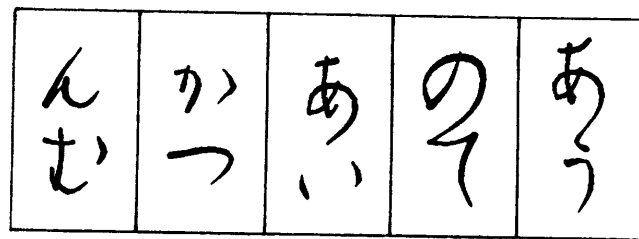
(5) 輪郭内部の塗りつぶし（図2(e)）

求められたストロークの輪郭点列で構成される多角形の内部を塗りつぶし、ストロークを得る。

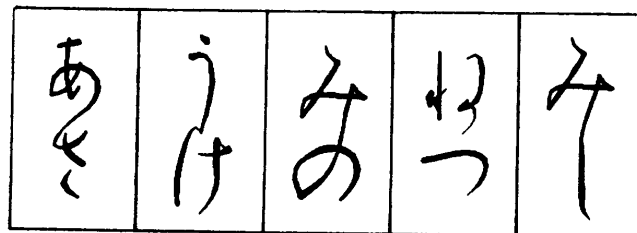
以上の手順により、文字サイズ256ドット（プリンタのドット密度8ドット/mmの場合）程度以下に対して、滑らかな毛筆ストロークを生成できる。しかし、より大きな文字サイズでは、筆触形を12角形で近似しているため起筆・収筆部のがたつきが目につく。これに対処するため、大きな文字サイズでは、起筆・収筆部の輪郭点列を滑

表1 つづけ字の種類
Table 1 Classification of inter-character connections.

No.	名称	つづけ方の概略	終画の変形	始画の変形
0	つづかない		×	×
1	はね	終画を始画の始点に向けてはねる	○	×
2	意連	終画を始画の始点の方向へ向ける	○	×
3	伸び	終画を始画の始点まで伸ばす	○	×
4	点	終画と始画を滑らかにつなぐ	○	×
5	逆S字	終画と始画を滑らかにつなぐ	○	○
6	反動	終画と始画を反動をつけてつなぐ	○	○
7	引落し	終画と始画を滑らかにつなぐ	○	○
8	らせん	ループの終画を始画の始点へ向ける	○	×
9	右ずれ	下の文字全体を右へずらし、引落しでつなぐ	○	○



(0) つづかない (1) はね (2) 意連 (3) 伸び (4) 点



(5) 逆S字 (6) 反動 (7) 引落し (8) らせん (9) 右ずれ

図4 つづけ字分類（各つづけ字タイプの例）
Fig. 4 Classification of inter-character connections.

表 2 終画の分類
Table 2 Classification of end strokes.

No.	特 徴	該当するひらがな
0	つづかない	へ, ん, く, し, や, っ や, ゆ, よ
1	点 画	お, む, い, ふ, も
2	はねで終わる	え, か
3	右下方へのおさえで終わる (中央下部)	こ, さ, き, せ, そ, れ て, と, を, た, に, ひ
4	縦画を左下方へ流して終わる	す, う, け, ゆ, り, み
5	右側に大きく円弧を描き左下 へ流す	の, あ, ち, つ, め, ら ろ, わ
6	ループ形で終わる	な, ほ, む, ね, は, ま よ, る

らかに補間する。ただし、筆触形の穂先をなまらせな
いため、輪郭が鋭角的に屈折した部分に対しては補間
を行わない。補間には、計算量を小さくするため、3
次のラグランジュ補間を用いた。

3. つづけ文字の合成¹⁾

3.1 つづけ字の分類

つづけ字は、上下に隣接した2文字の上の文字の書
き終わりの画（以下終画と呼ぶ）から下の文字の書き
始めの画（以下始画と呼ぶ）への運筆の勢いが画の変
形をもたらす、滑らかな接続等として表現されたもの
である。しかし、単純に滑らかに接続すれば良いので
はない。一見無秩序に見えるつづけ字にも、書道にお
いては規則（筆法）が存在し、つづけ方にもいくつか
のパターンが見られる¹²⁾⁻¹⁴⁾。それらは終画と始画の
形、位置関係、方向等によって規定されていると考え
られる。それらをもとに、本方式ではひらがなのつづ
け字をその形やつづけ方の特徴から10種類の基本タ
イプに分類した（表1, 図4）。ただし、『はね』のよ
うに直接つながっていないものも、ここではつづけ字と
呼ぶことにする。なお、書道の筆法である『反動』と
『意連』¹⁵⁾（文字と文字とを離し、気持ちでつづける方
法）以外は、独自に分類し命名した。

各文字の終画・始画は表2, 表3に示すように、そ
れぞれ7, 8種類のタイプに分類できる。つづけ方タ
イプは、文字列の上下に隣接するすべての2文字間
について、終画・始画タイプの組合せにより、つづけ方
タイプ判定テーブル（表4）を参照して判定できる。
表中、つづけ方タイプが複数書かれているものはタイ

表 3 始画の分類
Table 3 Classification of start strokes.

No.	特 徴	該当するひらがな
0	つづかない	よ, ゆ, つ, や
1	点 画	う, ら, え, こ, そ, ひ ふ, み, よ, ろ
2	短い横画	お, ち, あ, き, さ, た な, む, ま, を
3	長い横画	す, つ, か, せ, て, や る, へ
4	左側の縦画	け, れ, に, ね, は, ほ ゆ, わ
5	左上方から右下方へのななめ 画	い, む, め
6	上方中央から左下方へのななめ 画	く, の, ん
7	中央の縦画	し, り, と, も

表 4 つづけ方タイプ判定テーブル
Table 4 Decision table for inter-character
connection types.

		始画のタイプ							
		0	1	2	3	4	5	6	7
終 画 の タ イ プ	0								
	1	1							
	2	1							
	3	0							
	4					6		7	9
	5		4	5	3		2		
	6		8+4	8+5		8		8+7	8+9

プの記入順にそれぞれのつづけ字合成を行う複合タ
イプである。

3.2 つづけ字合成アルゴリズム

つづけ字の合成には、ストロークの変形と滑らかな
接続が要求される。本方式では各つづけ方タイプご
とに、字形データの段階で骨格点の削除・移動・補間
を行うことにより、終画・始画の変形を行う。また、滑
らかな接続は、文字生成で使用しているスプライン補
間をそのまま用いることによって実現する。

画の変形を行うため、終画・始画には、変形が始ま
る骨格点（変化点）の番号をあらかじめデータとして
持たせている。

具体例として、つづけ方タイプ『引落し』の場合の
合成方法を図5を用いて説明する。『引落し』は終画
の途中から筆の方向が変化し、始画の途中の点に向か
って滑らかに接続するつづけ方タイプである。図中、

E1~E3, S1~S3 はそれぞれ終画, 始画の骨格点であり, E2, S2 はそれぞれの画の変化点である. 終画の変化点までと, 始画の変化点以降を接続し, 一本の画に合成する. この場合には E1, E2, S2, S3 の4点からなる一本の画に合成され, スプライン関数の性質により, 滑らかなストロークが得られる. 『反動』では, 変化点の位置から反動の位置を決定し, 反動の形状を生成する骨格点を挿入する. 『はね』では, 終画の終点から始画の始点に向け, 固定長のはねを付加する. このように, 各つづけ方タイプごとに, 合成の規則を設定している.

なお, 上下2文字の間隔が, ある程度以上はなれた場合には, 不自然なつづけ字が合成されることがある. その場合には, 『はね』や『意連』のように, より弱いつづけ方タイプに変更し, 自然さを確保する.

4. 毛筆体フォントエディタ

4.1 文字セット作成用エディタ³⁾

大量の文字データを作成するために, 文字セット作成用エディタを開発した. 本エディタは, 専門家の筆記による手本文字をスキャナから読みこみ, 半自動的な文字パラメータ抽出を行うほか, 複数文字間のバランス修正機能を持っている.

文字データ抽出の概略手順を次に示す. (1)手本文字の各ストロークの大まかな位置をオペレータがマウスで指示する. (2)各ストロークの骨格線, 太さ, および起筆・収筆部の筆触形を自動抽出する. (3)骨格線をスプライン近似するために必要な点を, 骨格線上の点の中から自動選択する.

文字のストローク同士が複雑に交差する場合には正確な太さの抽出が難しい点や, スプライン補間のための制御点が必ずしも最適に抽出できない点から, 骨格点の移動, 消去, 挿入, 太さの変更などのパラメータの修正を対話的に実行する機能を持たせている.

4.2 外字作成用エディタ

前節で述べた文字セット作成用エディタは, 手本文字とスキャナが必要な上に, 文字の生成アルゴリズムを知っている必要があることから, 外字作成手段には適さない. そこで, 本方式の文字データが各ストロークごとに骨格情報を持つことを利用し, 部分パターン

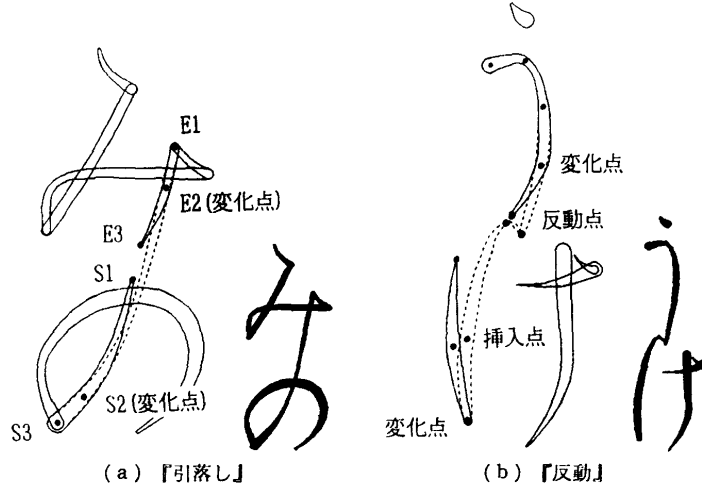


図5 つづけ字の生成 (a)『引落し』, (b)『反動』
Fig. 5 Generation of inter-character connection.
(a) "HIKIOTOSHI", (b) "HANDOU".

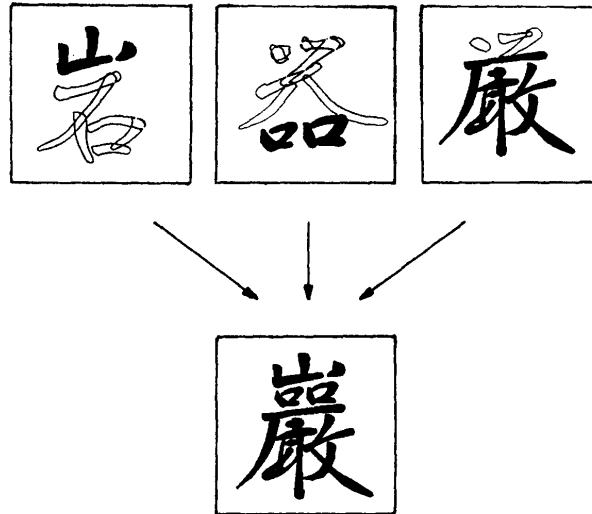


図6 部分パターンからの文字の合成
Fig. 6 Synthesis of characters from sub-patterns.

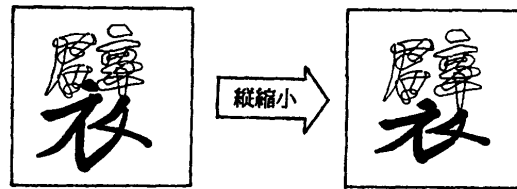


図7 文字データ修正の例
Fig. 7 Example of editing character data.

の合成による外字作成エディタを開発した.

文字はいくつかの部分パターン(へん, つくり, かんむりなど)により構成されている. 部分パターン合成法は, 必要な部分パターンを基本文字セットにある

文字の中から切り出し、それらを画面上で組み合わせることにより外字を作成するものである(図6)。

切り出した部分パターンを組み合わせただけではバランスのよい文字にはならないため、部分パターンの大きさ、位置、太さなどを修正して外字を編集する。編集対象ストロークは、切り出した部分パターンに対してだけでなく、一本のストロークや文字全体に対しても編集が可能である。外字の修正例を図7に示す。

本エディタは部分パターン合成法を採用しているため、基本文字セットの文字と同程度の品質の外字を安

定に作成することが可能である。

5. 毛筆体文字出力結果

5.1 システム構成

開発に用いたシステムは、80186 (8 MHz) をプロセッサとするパーソナル・コンピュータ、864×1184 ドットのディスプレイ、レーザービーム・プリンタ (ドット密度 8,16 ドット/mm)、スキャナ、マウスから構成される。

文字の塗りつぶしは OS (MS-Windows) に組み込まれている多角形塗りつぶしルーチンを使用している。

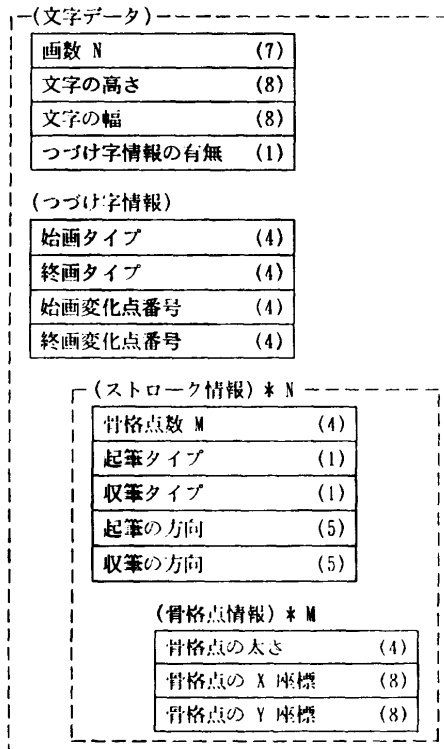


図8 文字データの構成
Fig. 8 Structure of character data.



図9 文字生成例 (原寸大)
Fig. 9 Examples of generated characters by this system.

表5 試作文字のデータ量と生成時間
Table 5 Amount of data and generation time of sample characters.

文字	データ量 (バイト)	ストローク数	骨格点数/ ストローク数	出力サイズ (ドット)	生成時間(秒)		
					輪郭生成	塗りつぶし	合計
の	35	2	5.0	128×128	0.12	0.27	0.39
字	99	9	3.3	128×128	0.48	0.56	1.04
舞	170	16	3.2	128×128	0.74	0.79	1.53
暑	188	17	3.4	64×64	0.67	0.51	1.18
				128×128	0.71	0.78	1.49
				256×256	0.71	1.31	2.02

プログラム言語はC言語を用いた。なお、スプライン補間等の計算はすべて整数演算のみで実現した。

5.2 文字データ形式

文字データの構成を図8に示す。つづけ字情報は、ひらがなだけに持たせている。文字の高さ・幅の情報は、毛筆体では文字ごとに異なるため、各文字データに持たせており、レイアウト計算等に使用する。

5.3 毛筆体文字生成例

毛筆体文字の生成例を以下に示す。

図9に128×128ドットの大きさでの楷書体・行書体・ひらがなの出力例を示す。また、表5に試作文字の一部に対してデータ量、生成時間を示す。表6に試作文字（楷書体92字、行書体210字）について、平均のデータ量を集計した結果を示す。作成したJIS第1水準の漢字およびひらがな、片仮名3148字のデータ量は、432kバイト（137バイト/文字）となった。この値は、現在の安価な補助記憶媒体の容量と比較して、実用的と言える。また、文献4)に示されている各種の文字輪郭近似手法のデータ量推定値が、約1.0～2.8kバイト/文字であることから、本結果が非常に高いデータ圧縮率を実現していると言える。

文字の生成時間は、輪郭生成時間と塗りつぶし時間に分けられる。輪郭生成時間は表5に示されるように、出力文字サイズにほとんど依存せず、文字のストローク数にほぼ比例する。これは、3次スプライン補間における、3次多項式の係数計算に大半の時間を要しているためである。

表5に示す塗りつぶし時間は、使用したOSが提供する多角形塗りつぶしルーチンの性能である。塗りつぶし部分は、直線近似されたアウトライン・フォントの生成と同じであるため、ハードウェア化により100倍以上の高速化が可能である。

本生成方式では、出力文字の大きさや太さを、文字生成時に自由に変更でき、同一の文字データから図10に示すように、種々の出力が可能である。出力文字サイズの下限は、48×48ドット程度である。これは、毛筆体には直線成分がほとんどないことから、各ストロークを表現するためには活字体以上のドット数が必要となるためである。

本方式の大きな特徴である、つづけ字の生成例を図11に示す。図11(a)はつづけ字出力を行った例であり、図11(b)は同じテキストをつづけ字を行わずに

表6 試作文字の平均データ量

Table 6 Average amount of data of sample characters.

書体	試作字数	平均データ量 (バイト)	平均画数	平均 ストローク数	平均骨格点数 /ストローク
楷書体	92	101	7.5	9.3	3.30
行書体	210	122	8.8	11.1	3.35

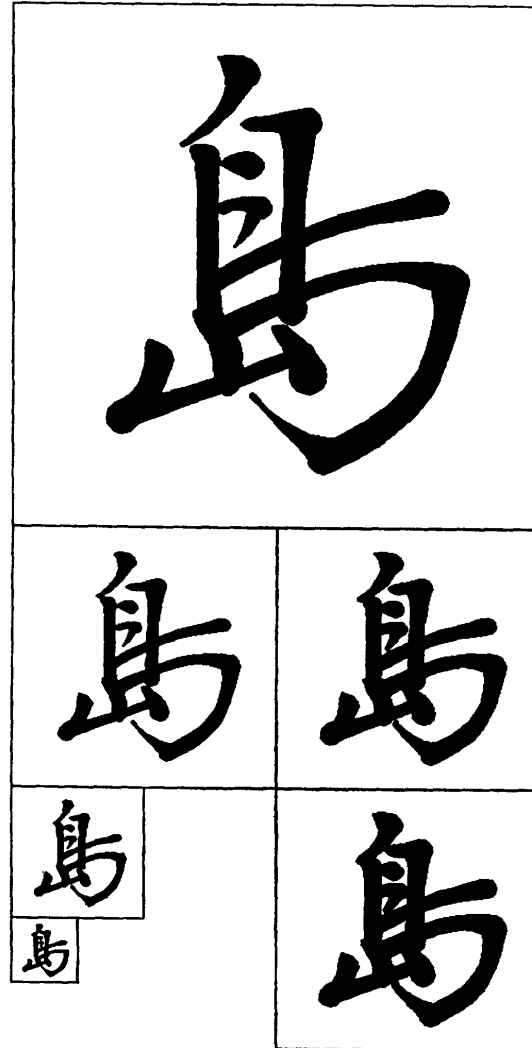


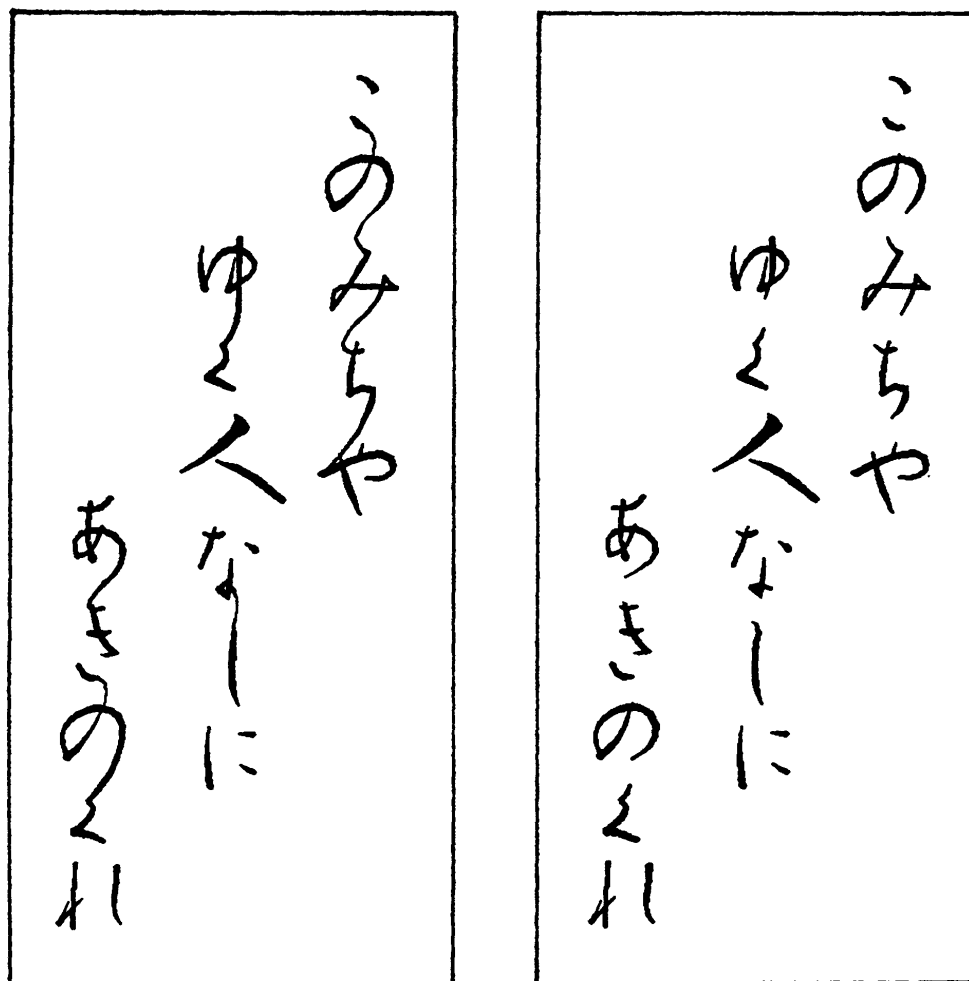
図10 出力バリエーションの例(原寸大)

Fig. 10 Examples of generated characters with parameter variations.

出力したものである。この比較によっても、つづけ字が日本語出力に自然な美しさを出していることがわかる。

6. むすび

少量のデータからつづけ字の生成を可能とする毛筆



(a) つづけ字出力

(b) つづけずに出力

図 11 つづけ字出力の例 (俳句) (原寸大)

Fig. 11 Examples of generated string ("HAIKU") with inter-character connections.

体文字生成方式を実現した。同時に、毛筆体文字の基本データの作成・修正を行うフォント・エディタ、ユーザが外字を容易に作成できる外字エディタも実現した。

本方式は、出力装置への文字出力時にその字形を生成するため、文字の変形が容易である上に、つづけ字の合成を実現し自然な毛筆体文書出力を提供できる特徴を持つ。JIS 第 1 水準の漢字およびひらがな、片仮名 3148 文字の作成により、実用レベルの出力品質・データ量が得られていることを確認した。

謝辞 本研究の機会を与えていただいた、松下電器産業(株)技術本部染田参事、情報システム研究所松田室長、エムエフ情報システム(株)八木部長、松下電送(株)田中常務、小町課長に感謝いたします。出力品質に対してご助言をいただいた書家川島先生に感謝いた

します。また、多くのご助言ご協力をいただいた、松下電送(株)神山主任、松原氏に感謝いたします。

参 考 文 献

- 1) 島, 中村, 戸倉: ひらがなつづけ字出力, 第 31 回情報処理学会全国大会論文集, 7H-8 (1985).
- 2) 梶田, 中村, 島, 戸倉: 毛筆書体の生成アルゴリズム, 第 32 回情報処理学会全国大会論文集, 3T-7 (1986).
- 3) 中村, 梶田, 島, 戸倉: 毛筆書体の字形パラメータ抽出アルゴリズム, 第 32 回情報処理学会全国大会論文集, 3T-8 (1986).
- 4) Karow, P.: *Digital Formats for Typefaces*, URW Verlag, Hamburg (1987).
- 5) Knuth, D.E.: *TEX and Metafont*, Digital Press, Bedford (1979).
- 6) 坂元, 高木: 高品質明朝体ひらがな・カタカナ

フォントの計算機による生成, 電子通信学会論文誌, Vol. J68-D, No. 4, pp. 702-709 (1985).

- 7) 張, 真田, 手塚: 漢字楷書毛筆体の計算機による生成, 電子通信学会論文誌, Vol. J67-D, No. 5, pp. 559-606 (1984).
- 8) 笠原: 豊富な文字種を持つプリンタの実現性について, 情報処理学会研究報告, 日本文入力方式 19-4 (1984).
- 9) 菊地, 大山, 高橋: 字体へのパラメトリック基本エレメント貼付け方式による高品質漢字フォント生成方式, 第 29 回情報処理学会全国大会論文集, 3J-7 (1984).
- 10) 内片, 神山, 影山, 佐々木: 高品位文字フォント生成システム, *National Technical Report*, Vol. 30, No. 3, pp. 430-438 (1984).
- 11) 酒井: 書法一筆法・運筆の歴史と実際一, 木耳社, 東京 (1976).
- 12) 安東: 梅雪かな帳 (上巻), 松林堂 (1971).
- 13) 西谷: 入門書道全集 4「かな」, 実業之日本社, 東京 (1973).
- 14) 植村: 書道技法講座〈かな〉「高野切第三種」, 二玄社, 東京 (1970).
- 15) 日本放送協会編: NHK 趣味講座 書道に親しむ一かな一, 日本放送出版協会, 東京 (1984).
- 16) Adobe Systems: *PostScript Language Reference Manual*, Addison-Wesley, Reading (1985).
- 17) 山口: コンピュータディスプレイによる形状処理工学(I)(II), 日刊工業新聞社, 東京 (1982).
(昭和 62 年 7 月 29 日受付)
(昭和 62 年 12 月 9 日採録)



戸倉 毅 (正会員)

昭和 27 年生. 昭和 50 年東京大学工学部計数工学科卒業. 昭和 52 年同大学院修士課程修了. 同年東京大学工学部計数工学科助手. 昭和 57 年松下電器産業(株)入社. 現在, 同社技術本部情報システム研究所第 2 研究室室長. 画像・図形処理, パターン認識, コンピュータ・アーキテクチャに興味を持つ. 計測自動制御学会会員.



鈴木 隆子 (正会員)

昭和 34 年生. 昭和 57 年大阪女子大学学芸学部国文学科卒業. 同年松下電器産業(株)入社. 昭和 61 年より松下電送(株)技術本部事業推進統括部 IWP 事業開発部に勤務. 日本語文の入力編集, 文書処理の研究に従事.



中村 浩子 (正会員)

昭和 36 年生. 昭和 59 年大阪女子大学学芸学部国文学科卒業. 同年松下電器産業(株)入社. 現在, 同社技術本部情報システム研究所において図形処理の研究に従事.



牧野 優子

昭和 38 年生. 昭和 60 年京都大学理学部卒業. 同年松下電器産業(株)入社. 同社技術本部情報システム研究所において図形処理の研究に従事.



高倉 穂

昭和 34 年生. 昭和 57 年京都大学理学部卒業. 同年松下電器産業(株)入社. 現在, 同社技術本部情報システム研究所勤務. 画像・図形処理, パターン認識の研究・開発に従事.