

日本語コーパスを援用した、タブレット PC 用新文字体の開発

ー 第二報 新文字体の設計と評価用プログラムの作成 ー

堀 内 泰 輔*

Development of the New Character Style for Tablet PC using the Japanese Corpus
- (2) Design of the New Character and Creation of the Program for Evaluation -

HORIUCHI Taisuke

In the first report, we observed the hiragana character among the characters used in Japanese. And we analyzed writing efficiency by comparing the frequency of appearance in the newspaper article with the complexity of characters. Consequently, it became clear that the writing efficiency of a hiragana character is very bad. This is a big problem when handwriting describes a hiragana character. And recognizing a hiragana character using Tablet PC will have many losses in respect of input efficiency.

Based on the above-mentioned result, we developed the new characters. They are easy to memorize the character set for a Japanese, and easy to recognize from the computer.

キーワード：コーパス，タブレット PC，PDA，手書き文字認識，N グラム分析

1. ま え が き

第一報¹⁾では、日本語で用いられている文字のうち平仮名文字に注目し、新聞記事での出現頻度と文字の複雑さとを比較することで筆記効率の分析を行った。その結果、平仮名文字の筆記効率が極めて悪いことが判明した。このことは、手書きで平仮名文字を記述する上での大きな問題点であり、タブレット PC において日本語のうち、現行の平仮名文字をそのままの形で認識していることは、入力効率の面でロスが多いことになる。

上記の結果に基づいて、日本人にとって覚えやすくコンピュータからは誤認識されにくい新しい文字体（以下、新文字）の開発と実装・評価を行ったので、ここに報告する。

2. 手書き入力用新文字の設計

2-1 設計ポリシーと本システムの目的

手書き入力用新文字を開発するに当たって最初に検討すべきことは、その目的から決定されるべき設計ポリシーである。

市販の PDA（例えば Zaurus シリーズ）で採用されている手書き入力システムの設計ポリシーは、通常の

文字のかたちそのものを認識できること、と考えられる。平仮名、片仮名、数字、漢字、記号といったあらゆる文字について、ある程度の乱雑さでも性格に、かつ、短時間に認識できることを目的としていることは自明である。

一方、一部の PDA で採用されている Graffiti 文字の認識システムでは、アルファベット・数字・記号について、できるだけ筆記時間が短縮できるように字形を省略化した上で、それら文字のみを認識対象にしているところが、Zaurus 手書き入力システムとは大きな違いである。本開発での新文字の設計ポリシーは、後者の Graffiti に近いものといえる。

本研究で開発しようとする新文字およびその認識システムは、一般の日本人ユーザが、日本語表記に用いられる漢字・平仮名・片仮名などのすべての文字を結果的に PC に入力できることを目的とする。そして、できるだけ短時間に入力可能であること、すなわち高速入力性という尺度を重視することとした。

2-2 重視する尺度

以上のように高速入力性の尺度を設計ポリシーとして設定した場合、それが行き過ぎると、覚えやすさ、つまり習得容易性という尺度を犠牲にしてしまうことになる。入力速度がいくら高くても、習得が容易でなければ一般向けのツールとはなりえない。この点で Graffiti は、数時間のトレーニングで十分に学習でき

* 一般科助教授

る文字であることから、良い見本となり得る。

これに対し、習得容易性を犠牲にして入力高速性を高めたものの代表例が速記文字である。速記がある程度できるようになるまでには、数ヶ月から数年といった長時間を要する。

本研究の新文字が速記文字と異なるのは、新文字はPC入力に特化した文字であるから、反訳(速記文字を読んで標準の文字に戻すこと)の必要がないことである。

したがって、仮名や漢字などの文字形状(以下、標準文字)から新文字の形状への連想のしやすさのみを重視すればよいのであって、新文字から標準文字への逆変換は一切不要となる。この点は、コンピュータ利用ならではのことであり、新文字の設計ポリシーに大きく反映できる点であろう。

2-3 新文字の設計ポリシーについて

以上のような考察をもとにして、本研究で創案する新文字の設計ポリシーとして、以下のような点を盛り込むこととした。

1. 新文字は、仮名漢字変換で使う仮名(平仮名や片仮名)の代替文字、つまり音韻レベルの文字として設計すること。
2. 習得が容易であること。ただし、入力速度は標準文字よりも十分高速であること。
3. 文字認識システムが認識しやすい字形にデザインすること。
4. 入力時の文字の太さは一定であると仮定する。
5. 筆記位置を意識しなくてもよいこと。
6. 線の方向は人間工学の成果に則ったものであること。なお、右利き者向けを前提とする。
7. 複雑さが、日本語コーパスから得られた文字出現頻度に見合ったものであること。

1. については、ローマ字の代替文字としてはGraffitiが既に成功を収めていることを踏まえ、日本語入力にふさわしい、仮名文字の代替文字であることとした。漢字の代替文字も考えられるが、個数が多いことからの習得難易性や漢字以外の文字入力に使えないことなどから対象からはずした。

3. と 4. に関しては、PC相手であることから当然のことである。5. については、たとえば入力領域を「田」の字に4分割して所定の位置に筆記させる方式も考えられるが、習得が困難になることや入力時の面倒さの根源になることから、筆記位置に関してはフリーであるべき、という結論に達した。

6. は、想定ユーザである右利きの人間にとって、右

から左、右下から左上というような不自然な運筆にならないようにするための配慮である。また、7. については、本論文の目的からして当然のことである。

3. 手書き入力用新文字の製作

以上の設計ポリシーをもとにして、新文字のデザインを3通り行ったので、これらについて報告する。

3-1 新文字1(片仮名文字連想型)

最初に試作した新文字1は、平仮名文字よりも単純で曲線部分が少ない片仮名文字に着目して、その最初の1~2筆を基準とした文字形を考えた。これは、習得が非常に容易と考えられるからである。また、入力しやすさからの観点からは、できるだけ一筆書きで書けるように配慮した。

(1) 片仮名文字の種類と字形の特徴

片仮名文字は濁音と半濁音を伴うものを除くと46種類になる。これを、構成されている線の種類で大雑把に分類すると次の7種類になる。なお、長さは2通りのみとし、斜め線の角度の大小は無視した。これは、種類を多くすると習得や文字入力の際の障害となること、新文字認識プログラムが複雑になり認識率が落ちること、などが予想されたためである。

1. 横線(長)
2. 横線(短)
3. 縦線(長)
4. 縦線(短)
5. 斜め線(左下がり)
6. 斜め線(右下がり)
7. 斜め線(右上がり)

したがって、第1筆と第2筆の組み合わせでは $7 \times 7 = 49$ 通りが得られ、うまく割り当てることができれば、片仮名46種に適用できることになる。

(2) 新字形1の開発結果

この結果を表1に示す。割り当ての過程で、実際には第1筆と第2筆が同じパターンになるものが予想外に頻出したため、これらの問題解決には、異なる設計ポリシーが必要となることがわかった。ここで生じた問題点を羅列する。

- 横線の長さの種類が3種類になってしまった。
- 一筆書きでないものが6種出てしまった。
- 右上がり斜め線が少ない。

3-2 新文字2(速記文字型)

新文字1は、片仮名文字を基本にしているため、比較的習得しやすいと考えられるが、実際には、英字の

表 1 新文字 1 の字形

順番	文字	画数	線数	第1線	特徴	第2線	特徴	第3線	新字形	決定
25	ノ	1	1	/					ノ	○
26	ハ	2	2	/		\	長い		ハ	○
34	メ	2	2	/		\	短い		メ	○
8	ク	2	3	/	短い	—	短い	/	ク	×
9	ケ	3	3	/	短い	—	長い	/	ケ	×
16	タ	3	4	/	短い	—	短い	/	タ	×
17	チ	3	3	/	短い	—	長い	/	チ	×
33	ム	3	3	/	長い	—	長い	\	ム	×
2	イ	2	2	/	長い		中		イ	○
41	ル	2	3	/	長い		長い		ル	○
27	ヒ	2	3	/	短い		長い		ヒ	○
29	ヘ	1	2	/2		\			ヘ	○
15	ソ	2	2	\	短い	/			ソ	○
46	ン	2	2	\	短い	/2			ン	○
18	ツ	3	3	\	短い	\			(ツ)	△
32	ミ		3	\	短い	\			(ミ)	△
12	シ	3	3	\	短い	\			→シ	△
1	ア	2	3	—	長い	/	短い	/	ア	×
6	カ	2	3	—	長い	/	中	/	カ	×
23	ヌ	2	3	—	中	/	長い	\	(ヌ)	×
13	ス	2	3	—	長い	/	長い	\	ス	×
31	マ	2	3	—	長い	/	短い	\	マ	×
36	ヤ	2	3	—	長い	/	短い	\	(ヤ)	×

順番	文字	画数	線数	第1線	特徴	第2線	特徴	第3線	新字形	決定
45	フ	2	3	—	長い	/	長い	—	(フ)	×
14	セ	2	4	—	長い	/	短い		セ	×
21	ナ	2	2	—	長い	/	長い	なし	ナ	○
28	フ	1	2	—	長い	/	長い	なし	フ	○
19	テ	3	3	—	中	—	長い	/	テ	△
39	ラ	2	3	—	中	—	長い	/	ラ	△
7	キ	3	3	—	中	—	長い	\	キ	△
35	モ	3	4	—	長い	—	長い		モ	△
22	ニ	2	2	—	中	—	長い	なし	ニ	△
5	オ	3	3	—	長い		長い	/	オ	×
11	サ	3	3	—	長い		短い	/	サ	×
30	ホ	4	4	—	長い		長い	/	ホ	×
4	エ	3	3	—	長い		長い	—	エ	×
37	ユ	2	3	—	中		中	—	ユ	×
10	コ	2	3	—	長い		長い	—	コ	×
38	ヨ	3	4	—	長い		長い	—	(ヨ)	×
40	リ	2	2		短い	/			リ	○
42	レ	1	2		長い	/2			レ	○
20	ト	2	2		長い	\			ト	○
43	ロ	3	4		長い	—	長い		ロ	○
24	ネ	4	5		短い	—	中		ネ	○
44	ワ	2	3		短い	—	長い		ワ	○
3	ウ	3	4		短い				ウ	○

Graffiti 文字と比較しても習得には時間が必要ということがわかった。よって、もう少し習得が容易な、記憶しやすい文字をここでの開発目的とした。

この手がかりとして、日本最古の速記文字である田鎖 76 年式を参考にした。この速記文字では、日本文字をローマ字に分解した場合の子音と母音とにそれぞれ共通の図画を採用している。たとえば、「か行」は横線、「た」行は斜め上がり線などとなっており、記憶は容易である。

なお、日本の歴史上最も古いこの速記方式が現在では使用されていない理由は、母音を表す部分の字形が複雑（複画派）なため、習得性を犠牲にして筆記効率をよくするために単画派や折衷派に移行したためである。

(1) 新文字 2 の設計ポリシー

文字の設計ポリシーとしては、入力容易さ・高速性と、認識時間の短縮化の両面から検討を行い、以下のような設計基準を作成した。なお、新文字 1 と同様の基準は省略した。

1. ひとつの枠内に 1 文字の文字画を充当させ、複数

文字は入れない。

2. 枠内の筆記位置は任意とし、位置による区別はしない。
3. 子音に相当する線画の終点に、母音を意味する終端部を接続する。これにより 1 つの発音字が 1 画で実現できる。
4. 子音の線画は、円弧のみ (90° または 180° のみ) とする。円弧の方向は上下、水平、右上がり、右下がりなどの右利きの人が書きやすい方向のものを頻度の高い子音に割り付ける。また、できるだけ連想しやすいものを組み合わせる。
5. 直線の線画は、促音や撥音などの頻度が高いものに割り当てる。
6. 線画の長さは一律とし、長・短の区別はつけない（新文字 1 では 3 段階存在した）。
7. 母音を意味する終端部は、子音線画の終端での曲げ方の相違で表現する。
8. 撥音や促音などは、先行する文字画と連続することが望ましいが、本研究では認識の容易性を優先して、単独の枠内に記述することとする。

文字	度数	順位
t	41,205,165	1
k	41,145,922	2
s	33,168,837	3
n	26,300,123	4
撥音(ん)	21,913,449	5
y	21,084,423	6
促音(やゆよっ)	20,473,838	7
r	19,228,739	8

h	14,196,030	9
m	14,172,620	10
g	12,595,739	11
d	12,028,360	12
z	9,261,529	13
w	7,027,204	14
b	5,547,589	15
p	1,840,317	16

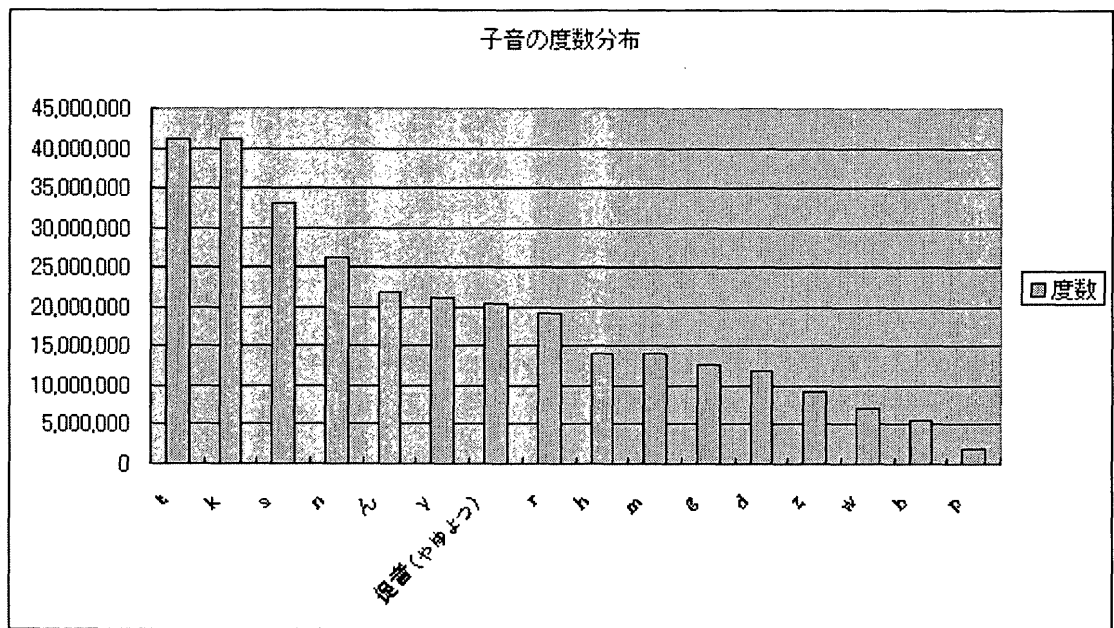


図1 佐賀新聞ローマ字の子音頻度

この設計ポリシーによれば、1画で1音韻の文字を表現できるため、筆記効率は新文字1よりも優れる。

但し、子音を表現する方向と母音を表現する終端の形を記憶する必要があり、新文字1のような従来の文字からの連想は難しい。しかし、できるだけアルファベットからの連想ができるように工夫することとした。

(2) 子音部の表現

子音部には、90° および 180° の2通りの円弧 16種を候補とした。人間工学の観点からすると、これら円弧は書きやすさが異なる。そこで、書きやすさ（右利き者）の観点から区分した。

各円弧には、書きやすいものほど頻度の高い子音を割り当てるべきである。よって、表記時の子音の頻度を調べるために、茶笥を用いて佐賀新聞コーパス（全年、発音字版）をローマ字書きに変換したものから、子音別の出現頻度表を求めた。これを図1に示す。

以上の結果と、アルファベットとの連想しやすさの

両面を考慮した上で割り当てを行った。なお、Lは、促音や「ワ、カ、ケ」を表現するとき最初に入力するためのものである。また、頻度の低い、「ヴヂヅキエ」などの文字については今後の課題としたい。

(3) 促音と撥音の表現

撥音については点(.)で表現することにした。これは、各子音と比較しても頻度が上位に位置するためである。促音は子音Lを用いることもできるが、頻度が高いことを考慮して独自の字画を設定した。

「や」「ゆ」「よ」「っ」はそれぞれ、短い右上がり線、横線、右下がり線、縦線で表現する。設計ポリシーからすると、線画の長短の差を設けない予定であったが、頻出するものを長さを短くしたほうが合理的と考えたからである。また、長い直線は今後必要な文字を増設する場合に利用できる。

(4) 母音部の表現

母音部についても子音部と同様に、表記時の頻度を

文字	度数	順位
i	81,935,645	1
a	72,943,863	2
u	63,630,801	3
o	62,522,758	4
e	33,206,093	5

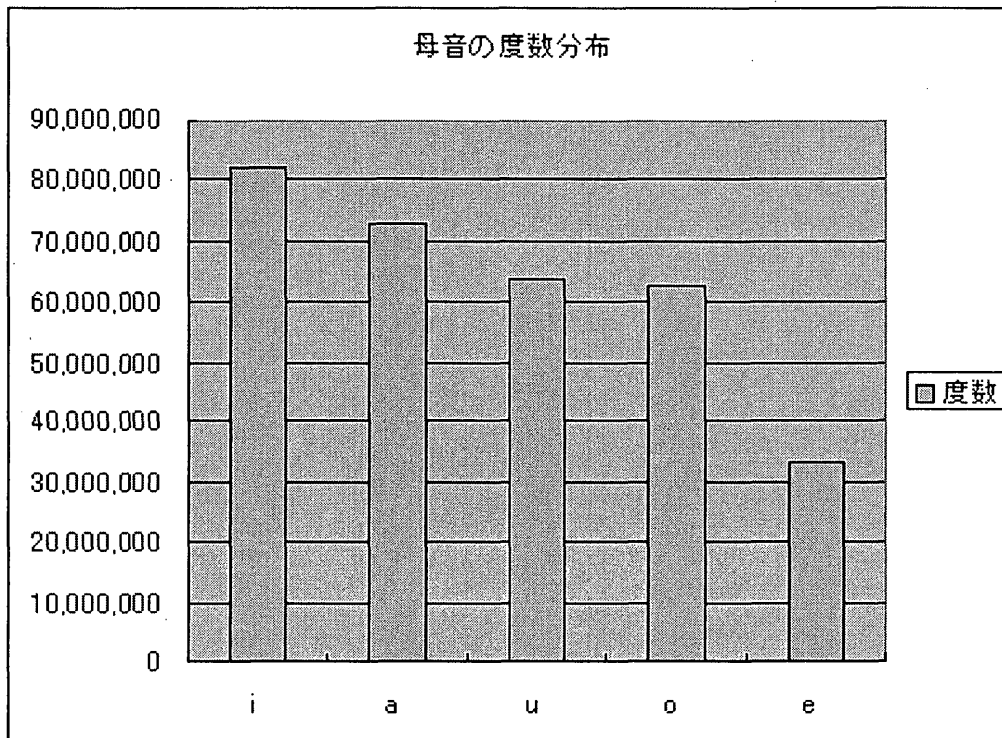


図 2 佐賀新聞ローマ字の母音頻度

調べるために、佐賀新聞コーパス（全年）をローマ字書きに変換し、出現頻度表を求めた。これを図 2 に示す。

この結果に見られるように、日本語では母音 i が用いられることが多いことがわかる。また、第 3～4 位の u と o については、度数が接近しており、別のコーパスで行うと順位が逆転する可能性がある。最下位に e が来たのは、歴史的に見て日本では e という母音自体の歴史が浅いことから来ていると考えられる。

なお、ここでの母音とは、単独の母音と、子音に続く母音との合計度数である。これを母音単独での度数分布でみると、i, u, o, a, e の順位となっており、第 2 位以下が入れ替わっているのも興味深い点である。円弧筆画の終端部としてはさまざまな表現が考えられるが、かぎ状、丸状のような曲線が書きやすいと思われたため、この順に、i, a, u, e, o の各母音に割り当てた。なお、終端部を円弧筆画の右側、左側といった部位で区別する方法も検討したが、円弧の場合、その円の曲率の方

向と逆方向へ曲げて筆記することは困難なので、すべて円弧の曲率方向へ曲げるようにした。

以上により、表 2 のような文字表が得られた。

3-3 新文字 3（直線型）

新文字 2 は習熟すればかなりの筆記効率が予想される。しかし、これを認識するプログラムを作成する際に、曲線を多用しているためにさまざまな画像処理が必要となり、プログラムが大きくなりレスポンスタイムも長くなることが予想できる。

（1）新文字 3 の設計ポリシー

上記の問題を解決するために、新文字 3 では直線を基調とした文字設計を行った。子音の線と母音の線を連続させることは、新文字 2 と同様である。当初は、認識の容易さから、連続させずに 2 本の直線に分離する方法から考えたが、一筆書きの有利性から推測できるように、2 画での筆記は 1 画よりもかなりの筆記効率低下を招くこと、筆記する人間側でも面倒な感触が拭えず疲労も大きいことなどから、連続させることと

表2 新文字2の字形

あ	一	い	丨	う	ノ	え	ㄣ	お	。
か	丿	き	㇏	く	㇏	け	㇏	こ	㇏
さ	㇏	し	㇏	す	㇏	せ	㇏	そ	㇏
た	㇏	ち	㇏	っ	㇏	て	㇏	と	㇏
な	㇏	に	㇏	ぬ	㇏	ね	㇏	の	㇏
は	㇏	ひ	㇏	ふ	㇏	へ	㇏	ほ	㇏
ま	㇏	み	㇏	む	㇏	め	㇏	も	㇏
や	㇏		㇏	ゆ	㇏		㇏	よ	㇏
わ	㇏		㇏		㇏		㇏	を	㇏
が	㇏	ぎ	㇏	ぐ	㇏	げ	㇏	ご	㇏
ざ	㇏	じ	㇏	ず	㇏	ぜ	㇏	ぞ	㇏
だ	㇏	ぢ	㇏	づ	㇏	で	㇏	ど	㇏
ば	㇏	び	㇏	ぶ	㇏	べ	㇏	ぼ	㇏
ぱ	㇏	ぴ	㇏	ぷ	㇏	ぺ	㇏	ぽ	㇏
ゃ	㇏		㇏	ゅ	㇏		㇏	ょ	㇏

した。

以下に、新文字3の設計ポリシーを示す。なお、新文字1, 2と同様の基準は省略した。

1. 子音に相当する線画の終点に、母音を意味する終端部を接続する。これにより1つの発音字が1画で実現できる。
2. 子音・母音とも直線のみとし、円弧は一切用いない。
3. 直線の方向は上下・水平線に、その中間位置である45°方向のみの斜線を追加する。
4. 斜線については、右上がり、右下がりなどの右利きの人が書きやすい方向のものを頻度の高い子音に割り付ける。また、できるだけ対応するローマ字（アルファベット）の字形から連想しやすいものを組み合わせる。
5. 直線の線画は、促音や撥音などの頻度が高いものに割り当てる。

6. 線画の長さは長・短の2段階とする。

7. 母音を意味する終端部は、短い直線で表現する。

8. 濁音と半濁音については、清音を筆記したあとに濁音と半濁音を意味する短直線を筆記するものとする。

9. 撥音や促音、拗音などの頻繁に現れる文字については、ローマ字表記によるのではなく専用の直線（の連続）を与えることとする。

10. 頻度の高い二重母音についても専用の直線（の連続）を与えることとする。

（2）朝日新聞の紙面に基づくローマ字頻度について
新文字3でも、子音・母音の発音頻度に基づいて、その方向を決定した。

その際、新文字2で採用した佐賀新聞コーパスの結果に加え、朝日新聞の紙面に基づくデータベースも利用した。これは「日本語の語彙特性」³⁾中に含まれて

表 3 佐賀・朝日両新聞のローマ字頻度

文字	佐賀度数	佐賀順位	朝日度数	朝日順位	度数合計	最終順位
i	81,935,645	1	139148695	1	221,084,340	1
u	63,630,801	3	129669109	2	193,299,910	2
a	72,943,863	2	119925513	3	192,869,376	3
o	62,522,758	4	118300865	4	180,823,623	4
t	41,205,165	5	71263177	5	112,468,342	5
k	41,145,922	6	70463458	6	111,609,380	6
e	33,206,093	7	59928982	7	93,135,075	7
s	33,168,837	8	55009805	9	88,178,642	8
r	19,228,739	13	59853149	8	79,081,888	9
n	26,300,123	9	49800343	10	76,100,466	10
ん	21,913,449	10	35719170	11	57,632,619	11
y	21,084,423	11	34638017	12	55,722,440	12
やゆよつ	20,473,838	12	32411313	13	52,885,151	13
h	14,196,030	14	25170757	14	39,366,787	14
m	14,172,620	15	23812595	15	37,985,215	15
d	12,028,360	17	22034536	16	34,062,896	16
g	12,595,739	16	21106320	17	33,702,059	17
z	9,261,529	18	15281067	18	24,542,596	18
w	7,027,204	19	12275051	19	19,302,255	19
b	5,547,589	20	9562400	20	15,109,989	20
p	1,840,317	21	2468328	21	4,308,645	21

いるもので、1985 年から 1996 年の 12 年分の全記事データに対し、形態素分析を行って単語を切り分け、抽出した 20 万語の出現頻度を単語単位・文字単位に分析した、かなり規模の大きいデータベースである。

このデータベースに対しても、佐賀新聞コーパスと同様な方法でローマ字化を行って頻度データを得た。この結果を佐賀新聞データとともに表 3 に示す。

これによると、母音については 2 位と 3 位の u と a が入れ替わり、子音の r が朝日新聞では上昇した以外はほとんど同じ順位となった。結局、両者の度数を合計し、再び順位付けすることで、最終的な順位とした

(3) 子音部の表現

図 3 の左下部に示すように、子音部には 8 方向（水平、垂直と 45° の斜線）の直線を割り当てた。この割り当ては新文字 2 と同様に、発音文字頻度の結果により、頻度の高い順（t,k,s,r,n,y,h,m の順）に右利きの人が手と手首のみで動かしやすい順に割り当てた結果である。頻度の低い濁音と半濁音については、それぞれの清音を筆記したあと、短い右上方向の斜線を、いったん筆を上げて再度筆記するようにした。

この結果、濁音・半濁音の画数（筆数）は 2 となる。

同様に頻度の低い子音である w（「わ」と「を」）については、清音ではあるが、清音の子音の個数の関係で 8 方向の直線群に含められなかったため、濁音と同様に 2 画方式を採用した。

(4) 母音部の表現

母音部についても子音部と同様に、上述の頻度調査結果に基づき、図 3 の左上部のように決定した。これは、i,u,a,o,e という頻度の順に、縦、左下、横、右下、

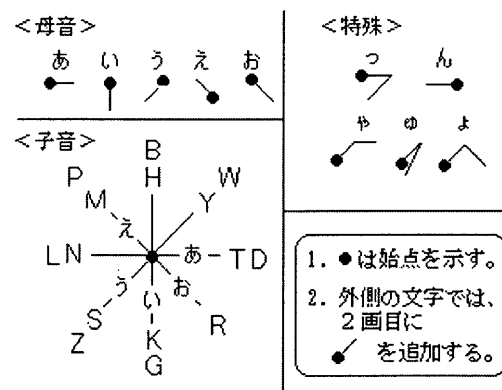


図 3 新文字 3 の子音と母音の割り当て

表 4 新文字の評価結果

	新文字1	新文字2	新文字3	Graffiti	Zaurus 手書き
習得容易性	×	△	○	○	◎
入力速度	△	◎	◎	○	×
書きやすさ	△	◎	◎	◎	○
文字頻度に基づく合理性	◎	○	◎	×	×
認識容易性	○	◎	◎	○	×

左上の各方向に対応させたものである。

なお、母音部の直線は短い直線で表すこととした。また、独立した母音（あ、い、う、え、お）の文字についても、この短直線をそのまま流用する。これにより、単独の母音は短直線 1 本で筆記できるため、極めて効率が向上する。

（５）促音と撥音の表現

撥音については、左向きの短い水平線で表現することにした。この向きの筆記は比較的困難な部類に入るが、頻度の高い母音を優先したためにこの結果となった。これは、各子音と比較しても頻度が上位に位置するためである。促音や拗音は子音 L（向きは左向き水平線）を用いることもできるが、頻度が高いことを考慮して独自の字面を設定した。

まず、促音の「っ」は、水平線＋左下線（いずれも短線）で表現する。また、「ゃ」「ゅ」「ょ」はそれぞれ、子音の y を長い右上線を用いた関係で、短い右上線の次に、水平線なら「ゃ」、右下線なら「ょ」とした。これは母音の a と o をもとにして、記憶しやすくした結果である。図 3 の右上部にこれらの表現を示す。

また、頻度調査結果から、「ゅう」と「よう」という音韻の頻度が高いことから、これらに対応した専用のパターンも用意した。

4 手書き入力用新文字の評価

ここでは、以上開発してきた 3 種類の新文字について、いくつかの尺度から評価を行った。表 4 は、本研究で開発した新文字のほか、Graffiti によるローマ字入力と Zaurus での手書き認識を比較評価した結果である。概ね、各新文字が評価できると考えられる。中でも、新文字 3 は習得容易性を別にすれば、他の面では評価が高いものとなった。なお、認識容易性に関してはまだすべての新文字認識システムが完成していないため推測である。

この結果から、本研究で提案した新文字の優秀性が評価できると考えられ、実際の手書き認識を構築することは十分意味があると思われる。

5 手書き文字認識アルゴリズムの設計

以上で、新文字の形状が決定できたので、実際にこれを認識するためのシステムを構築する段階に到達したことになる。

これに先立ち、ここでは文字認識の歴史や手法についての調査結果を述べる。

5-1 文字認識アルゴリズムの歴史

文字認識では、対象が印刷文字か手書き文字かによって認識手法が全く異なる。また、リアルタイム入力される文字を認識することを意味する「オンライン認識」と、いったん記述したものをあとから認識する「オフライン認識」とに分かれる。歴史的には、オフライン印刷文字認識、オフライン手書き文字認識、オンライン手書き文字認識の順に研究されてきた。

本研究ではこのうち、オンライン手書き文字認識を行うことになる。この環境は、オンラインであるために筆の始点・終点の認識が容易であると同時に、筆順データも得られる。これに対して、初期のオフライン文字認識では、始点・終点の認識は画像全体をスキャンしないと得られないこと、筆順が全く得られないことを始めとして、筆の 1 画自体の認識も容易ではない。このようなことから、新文字を認識することは比較的容易と考えられる。

5-2 オフライン手書き文字認識のアルゴリズム

ここでは文献に最も多い、オフライン手書き文字認識の手法について概観する。最初に前処理を行って特徴抽出をすることになるが、形状表現として濃淡パターン、2 値パターン、輪郭線、骨格線などがあり、これを特徴空間に当てはめて認識を行う。特徴空間には、輪郭の直線性・屈曲度、ループ数、輪郭方向密度、幾

何学的特徴点などがある。最終的にマッチングを行うことになるが、識別方式としては多様なものが提案されており、DP マッチング、マハラノビス距離、統計的識別関数、階層的マッチング、エネルギー最小化マッチング、グラフマッチング、ニューラルネットワークなどの代表的な手法がある。

5-3 オンライン手書き文字認識のアルゴリズム

本研究で必要となるオンライン手書き文字認識のアルゴリズムについては、発展途上であるためか文献が少ない。その中で、シャープ(株)から発売されている Zaurus シリーズ PDA での認識技術に関する論文が「手書き文字認識技術」²⁾に見られたので、この一部を紹介する。

シャープでの手書き文字認識技術の開発は 1981 年から始まり、ワードプロセッサや PDA の文字入力技術として搭載されてきている。開発当初は対象文字が少なく、楷書での筆記を要求されたが、崩し字認識技術の開発により、筆記時の制限が大幅に緩和された。また、当初は一定の枠内に筆記する必要があったが、枠なし認識技術も開発され、今では枠なしで漢字を含めた崩し字で入力できるまでになった。

最初の楷書認識では、ユーザが筆記した全ストロークについて予め登録されているストロークパターン(上から下、右から左、右上から左下、右から左+右方向 90° まがりなど)とのマッチング処理を行ってストローク認識候補を求める。全ストロークについて候補を求めたら、パターン辞書を用いて文字の同定を行う。この他、続け字・崩し字認識、枠なし認識の簡単な解説が含まれているが、本研究では新文字が単純で画数の少ない線画で構成されるため、この楷書認識のレベルで認識が可能になると思われるので、この技術は不要となる。

5-4 新文字認識用システムの設計

以上の考察により、手書きの新日本語文字を認識するための材料が揃ったため、認識システムの一例を開発することとした。ここでは、新文字 3 種のうち最も評価の高かった新文字 3 の認識を対象とする。

(1) 認識システムの利用環境

ユーザが手書きに用いる入力機器としては、マウスなどのポインティングデバイス、タブレット、ペンなどが想定される。また、本体の種類として、PC と PDA とが考えられる。

本研究では新文字を利用する状況は、PDA を対象に付属のペンで手書きを行う場合に限定した。これは、対象を PC とすると、キーボードの方が高速入力できる場合が多いので手書き文字をわざわざ用いる必要性

が低いためである。

(2) PDA の種類

PDA としては種々のものが市販されているが、本研究では対象をシャープの Zaurus 中の SL シリーズとした。これは、OS が Linux で開発ツールとの相性が良いこと、CPU が比較的高速でメモリ容量も大きいことなどがその理由である。

(3) 開発環境について

Zaurus のための開発環境には、有償・無償のさまざまなシステムが存在する。また、Linux 版 Zaurus 登場以後は、Zaurus 本体内での開発もできるようになったため、従来の PC を用いたクロス開発環境以外の選択肢も広がってきた。フリーのクロス開発環境としては Qtopia GPL SDK (Linux および Cygwin)、CSIDE for Linux Zaurus Developer (Windows) などがあり、Zaurus 上での開発環境には Ruby/Qt などがある。

(4) 本認識システムの開発手順

本システムを開発するにあたり、次のような手順を設定した。

筆者が Zaurus プログラミングに不慣れなため、最初は一般的な PC にタブレットを接続したハードウェアにおいて、新文字を認識するためのプログラムを開発する。オンライン認識であることから、始点と終点が自動的に認識できることから、これらより直線の方角を求め、その長さから短線か長線かの判定を行うことだけで、比較的簡単に認識ができるものと予想される。

次にフリーのクロス環境を整備した上で、上記のアルゴリズムをインプリメントすると同時に、Zaurus からのペン入力を受け付けるモジュールを設計する。最後に、認識結果文字列を漢字に変換するためのフリーのプログラムとの連結を行うことで、ユーザ向けのアプリケーションが完成する。

6 新文字 3 の認識システムの開発と評価

ここでは、新文字 3 を認識するためのプログラム(PC+タブレット版)について、そのアルゴリズムを中心に述べる。

6-1 アルゴリズムの概略

本プログラムのアルゴリズムとしては、以下のものが必要となる。

1. 始点と終点の検出
2. 折れ曲がり点の検出
3. 直線部分の長短判定
4. 直線の方角判定
5. 認識文字の決定

困難となる。したがって、角度についても曖昧な角度にならないように、ユーザに喚起すると同時に、認識不能の旨を通知する必要がある。

さらに、直線ではなく円弧状の曲線の場合には、始点と終点（または折れ曲がり点）での各方向が異なるため、方向が同定できないことになる。そこで、このような場合には始点と終点を単純にその角度から方向を決定することとした。

（４）認識文字の決定

以上により、直線数、方向、長短の３要素が求められ、容易に文字が決定できる。新文字３での文字とパターンの対応についてはまだ検討の余地があるし、ユーザが自分にあった対応にしたいこともあろう。これを可能にするために、対応関係はすべて配列の中に入れるようにした。よって、プログラム中の配列初期設定部分の変更のみで、対応の変更に応えることができる。

以上のアルゴリズムにより、今回は Visual Basic を用いてプログラミングを行った。また、図４には実行中の画面の様子を示す。

6-2 新文字３の認識システムの評価

新文字３は、認識システムの作成が容易になるように、直線のみ文字パターンを採用したため、プログラム作成は比較的容易であった。また、認識のためのインプリメントについても速度的な問題は回避できるものと思われる。

今後は、実際にユーザに試用させることにより、習得にどの程度の時間を要するか、認識率はいくらなのか、他の入力方式と比較して入力速度は十分に満足できるものであるか、などについてデータを収集しつつ、最終的な PDA へのプログラム移植を行って行きたい。

また、計算量が少なく済むので、CPU の速度が遅

い PC でも高速に認識が可能であることも、試用の結果判明した。この点も本認識システムの大きなメリットといえよう。

7. あとがき

本報においては、PDA への手書き入力文字として、習得しやすく筆記効率が高いものを目指して、３種類の新文字の設計ポリシーを明確にした後、設計と評価を行った。その結果、従来の手書き入力方式と比較して、３番目の新文字が日本語の入力（筆記）効率が高いことが実証された。

さらに、設計したこの新文字３を PC の環境で試用するための文字認識システムを構築した。

今後の課題としては、新文字３をターゲットの PDA で使えるようにしてその評価を行うことである。本研究で社会的貢献の可能性のある数少ないものであるだけに、早期実現を目指したい。

参考文献

- 1) 堀内泰輔：「日本語コーパスを援用した、タブレット PC 用新文字体の開発（第一報 平仮名文字の筆記効率について）」、p. 115-122、長野工業高等専門学校紀要第 37 号(2003. 6)
- 2) 広瀬斉志ほか：「手書き文字認識技術」、シャープ技報第 84 号, p. 22-26(2002)
- 3) 天野成昭, 近藤公久：「日本語の語彙特性」、三省堂、(2003)
- 4) 安居院猛他：「画像の処理と認識」、昭晃堂、(1992)
- 5) 安居院猛他：「C 言語による画像処理入門」、昭晃堂、(2000)
- 6) 中川聖一：「パターン情報処理」、丸善(1999)