

ノイズに埋もれた漢字と仮名の認知

著者	横山 詔一, 米田 純子
雑誌名	研究報告集
巻	16
ページ	99-119
発行年	1995-03
シリーズ	国立国語研究所報告 ; 110
URL	http://doi.org/10.15084/00001154

ノイズに埋もれた漢字と仮名の認知

横 山 詔 一

米 田 純 子

YOKOYAMA Shoichi and YONEDA Junko: Recognition of Kanji and
Kana with Additive Noise

要旨：本研究では、漢字と仮名にノイズを重畳して文字認知成績に生じる影響を究明した。一般に、漢字は仮名よりも文字領域の比率が高く、黒い部分の面積が広い。このことから、黒いノイズを重畳すると、背景領域の広い仮名の方が大きな影響を受け、読み取り成績が劣ると考えられる。この予想を検証するため実験を行った結果、人間と光学式文字読み取り装置（OCR）の読み取り成績はいずれも漢字が仮名を大きく上回ることが明らかになり、仮説が支持された。これらの結果に関して、文字の有するパターン性の観点から考察を行った。

キーワード：仮名－漢字認知，パターン認識，類似性判断

Abstract : The purpose of this paper is to investigate recognition performance of Kanji and Kana overlaid with additive noise. In general, Kanji have more pixels than Kana in the size-and-position normalized binary image, so it was expected that the effect of additive noise would be more obvious for Kana than for Kanji. Two experiments examined the validity of this prediction with humans and OCR. The recognition rate is different between Kanji and Kana with additive noise, Kanji show a higher rate and robustness of recognition than Kana. This result seems to support the hypothesis that Kanji has rich pattern structure.

Key words : Kana-Kanji recognition, Pattern recognition, Similarity judgement

1. はじめに

文字情報の伝達に関する研究は、大きく2つに分けられる。1つは工学的アプローチで、文字情報を電気や光の信号に変換して伝送するシステムの開発を目指す。もう1つは心理学的アプローチで、人間が文字を読み書きするメカニズムを文字認知の視点から究明しようとする。

工学的アプローチの重要課題の一つは、文字のコード化方式の開発である。一般に、文字情報はテキストコードとして伝送される^{注1}。その場合、仮名は1バイトでコード化が可能だが、漢字は2バイト以上必要である。1990年に制定されたJISコード（JIS X0208）は、第1水準2965字と第2水準3390字のあわせて6355字の漢字をコード化している。しかし、JISコードやISO等のコード体系については様々な不備が指摘されており、4バイト符号の提唱もなされている（斎藤，1994）。

心理学的アプローチでは、[文字概念] → [文字刺激] → [文字概念] という一連の情報変換過程を研究対象とする。文字刺激とは、物理的実体としての文字を指す。人によって筆跡が異なることから分かるように、同じ文字でもその文字刺激は千差万別で無限に変動しうる。人間は多種多様な文字刺激をカテゴリー化する知識、すなわち文字概念を持つことで、文字刺激の個別の変異を乗り越えた文字認知を実現している。

文字認知を書字（writing）と読字（reading）に分けて考えると、[文字概念] → [文字刺激] は、心的表象である文字概念から物理的実体としての文字刺激を産出する行為であり、書字にあたる。逆に [文字刺激] → [文字概念] は、外在する文字刺激を内的な文字概念に変換する認知活動であり、読字に相当する。

さて、本研究では、心理学的アプローチによって漢字と仮名の情報伝達特性を比較・検討した。文字認知特性を示す尺度には様々なものが考えられてきたが、ここで着目したのはノイズを重畳した文字の読み取り成績である。漢字と仮名の読字パフォーマンスを比較した研究は、すでに数多く存在する。しかし、ノイズマスクを重畳した文字の認知に関する研究は、片仮名文字を

材料としたもの（松田，1973；海保1968；海保・戸田，1981）以外には寡聞にして知らない。まして、漢字・平仮名・片仮名の3者の読字パフォーマンスを分析したものはない。そこで、この問題に取り組むことにした。

熊沢（1993）によれば、視覚対象が背景から切り出されて、独立した閉じた存在を成すことを「局在する」と言う。ゲシュタルト心理学が指摘した図と地の分化は、その典型的現象である。図1-1は多義図形の例である。この図形は2つの解釈が可能であるが、それらは相互排反的であり同時に成立することは決してない。一方の解釈を選択した瞬間に他方の解釈は消滅してしまう。この現象は、人間の視知覚において対象領域（図）と背景領域（地）の分化が重要な役割を果たすことを示している。対象領域が切り出されると、それは即座に背景領域とは独立した閉じた存在となる。

切り出しの際に境界によって分離される2つの領域は、対象領域と背景領域のどちらかに一義的に判別されなければならない。いかなる領域も図と地、あるいは前景と背景の両方に同時に所属することはありえない。このように各領域に対する図と地のラベルの割り当て方に制約があるのは、人間の視知覚が対象の局在性を前提としているからだと考えられる。事物が局在しているということは、換言すれば個々の事物がその存在領域を占有し、複数の事物が同一の空間を同時に占めることがないということを意味する（熊沢，1993）。

文字認知においても局在性は重要な役割を果たすと考えられる。図1-2のようなノイズに埋もれた文字を認知するとき、人間は画像中の各画素に対し、それが背景中のノイズであるか、それとも文字を構成する一部であるか、一部であるとしたら、どの文字のどの部分に対応するものであるか、という局在化を常に行っている（熊沢，1993）。この例は、人間が画像中の各画素を文字領域と背景領域に判別しながら知覚することを示している。

以下の実験では、漢字と仮名にノイズを重畳して両者の認知成績に生じる影響を究明する。画像の焦点やコントラストが同じであっても、次の理由から、ノイズに埋もれた漢字と仮名の認知成績は異なると予想される（以下、

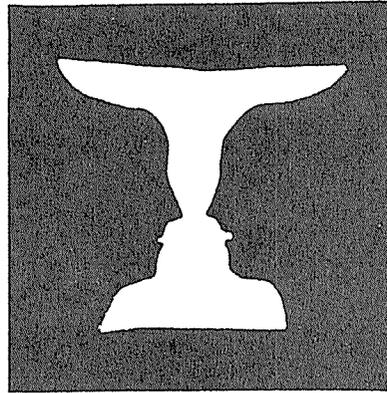


図1-1 多義図形の例（ルビンの盃）

生か命え経る人さ国け問て敏ぎ税と
 生か命え経る人さ国け問て敏ぎ税と
 生か命え経る人さ国け問て敏ぎ税と
 生か命え経る人さ国け問て敏ぎ税と
 生か命え経る人さ国け問て敏ぎ税と
 生か命え経る人さ国け問て敏ぎ税と

図1-2 ノイズに埋もれた文字の例（上の行ほどノイズ率が高い）

白抜き文字の議論は一応除く)。本来〔白〕であるべき背景領域に黒いノイズを重畳すると、その部分は〔白〕→〔黒〕と変化し、ノイズの影響を受ける。それに対して、もともと〔黒〕の文字領域は〔黒〕→〔黒〕と変化せず、ノイズの影響を受けない。一般的に漢字は仮名よりも文字領域の比率が高く、黒い部分の面積が広い。このことから、黒いノイズを重畳すると、背景領域の広い仮名の方が大きな影響を受け、読み取り成績が劣ると考えられる。一方、白いノイズをかけると、白い背景領域の少ない漢字の方がノイズの影響を大きく受けて、読み取り成績が低下するだろう。この仮説を検証するため、以下の実験を行った。

2. 実 験

〈実験計画〉

漢字と仮名の読み取り成績を比較する。対象は人間だけではなく、光学式文字読み取り装置 (Optical Character Reader : 以下OCRと呼ぶ) を用いた認識実験も併せて試みる。主たる要因は、文字種 (漢字/平仮名/片仮名) ×ノイズ率 [%] (15/20/25) ×ノイズ種類 (汚れ/かすれ) である。

〈方 法〉

材 料

(1) ノイズの種類と発生

本研究の文字刺激は、文字領域 (図) が黒く、背景領域 (地) は白い刺激を使用し、いわゆる“白抜き文字”は今回は検討対象から除外した。

ノイズは“汚れ”もしくは“かすれ”のいずれかであった。汚れは、文字領域の成分が背景領域に侵入した事態とした。本研究では白抜き文字を使用しないことから、白であるべき背景領域に黒い画素が散在することが汚れである。一方、かすれは、背景領域の成分が文字領域に侵入した事態とした。したがって、黒であるべき文字領域の一部が白になっていることがかすれである。

ノイズ発生と文字への重畳は基本的に萩田 (1994) と同様の方法を用いた。

文字フォントは16×16のものを使用し、各画素に対して一様分布に従う確率でランダムにノイズをかけた。汚れノイズは文字パターンとノイズパターンの論理和演算、かすれノイズは文字パターンとノイズパターンの論理積演算によってそれぞれ作成した。ノイズ率は15%、20%、25%の3段階であった。汚れノイズとかすれノイズの例を図2-1に示す。

(2) 文字の選択

実験に使用した漢字の選択は、国立国語研究所の高校教科書および中学教科書の用語用字調査結果に基づいて以下の手順で行った。

- ① まず、出現度数が100以上で、かつ14画以上の漢字を抽出した。
- ② 次に、NEC PC-9801の16×16のフォントで表示した場合の各漢字の画素数をカウントし、画素数が80以下のものを除外した。
- ③ さらに、OCRの読み取り成績が悪い漢字を除いた。
- ④ 残りの漢字を画素数順にソートして、上位20字を漢字刺激とした。

平仮名は、濁音にならない清音で、画素数34以上の20字を選択し、OCRにかけたところ、読み取り成績はいずれも良好であったので、20字全部を平仮名刺激として採用した。片仮名は、濁音にならない清音で、画素数26以上のものを抽出した。それらをOCRで認識させ、成績が悪い5文字を除外した残りの20字を片仮名刺激とした。

実験に使用した60字は以下の通りである。

画素数順に排列した文字	平均画素数 (SD)
層憲酸積種織議関銅質器機製増管選銀領熱影	93.9 (8.0)
あぬねまゆなみおをめれわのむもるよえやに	43.1 (5.3)
モヨオララネヌアヤユウムワマナミレメイン	31.3 (6.0)

(3) 刺激シートの作成

漢字、平仮名、片仮名の3つの文字種を印刷したシートを作成し、テスト用紙とした。各文字種20字で、計60字がランダムな順序で1枚のシートに

積	積	積	積	積	積
積	積	積	積	積	積
積	積	積	積	積	積
積	積	積	積	積	積
積	積	積	積	積	積
積	積	積	積	積	積

図2-1(a) 汚れノイズを重畳した文字の例 (ノイズ率20%)

ヤ	憲	銀	才	に	シ
増	も	質	ン	ム	選
影	お	管	え	ま	ね
レ	機	種	な	ゆ	器
れ	熱	層	ア	ラ	コ
ワ	る	ネ	ミ	や	ナ

図2-1(b) かすれノイズを重畳した文字の例 (ノイズ率20%)

印刷されていた。ノイズ率およびノイズ種類はシート内で一定であった。つまり、シートに印刷された文字はノイズ率が一定で、汚れとかすれが併存しないようにした。したがって、シートは、ノイズ率（3通り：15%、20%、25%）×ノイズの種類（2通り：汚れ、かすれ）の6種類を準備した。

手 続 き

(1) 人間対象の読み取り実験

以下のような教示を被験者に与えた。「これは、汚れやかすれのある文字を人間がどのように読み取るかを明らかにする調査です。シートに60個の文字が書かれていますので、何という字に読めるかをその下に書いてください。文字は漢字と平仮名と片仮名の3種類です。」

このあと被験者ペースで読み取りが進められた。

(2) OCR対象の読み取り実験

6種類のシートを各々15通りの計90枚作成し、それらを1枚ずつOCRで認識させた。

被 験 者

早稲田大学人間科学部の学生90名。6種類のシートの各々に15名ずつ割当てた。

OCR装置の仕様

付録を参照されたい。

〈 結 果 〉

人間対象の場合

(1) 汚れノイズの場合

読み取り成績の平均値を図2-2に示す。読み取りの正答数をノイズ率と文字種の2要因で分散分析した結果、いずれの要因においても主効果が認め

られた（それぞれ， $F=22.3$ ， $df=2/42$ ， $p<.01$ ； $F=91.5$ ， $df=2/84$ ， $p<.01$ ）。また，交互作用も有意であった（ $F=6.8$ ， $df=4/84$ ， $p<.01$ ）。そこで，LSD法による多重比較によって5%水準で有意差のある平均値のペアを同定した。その結果は以下の通りである。

まず，文字種の効果についてであるが，ノイズ率が15%の場合，漢字と片仮名および平仮名と片仮名の条件間で差が認められた。ノイズ率が20%以上になると，漢字と平仮名のペアにも差がみられた。これらをまとめると，平均正答数のプロフィールは次のようになる。

ノイズ率 15%：漢字条件＝平仮名条件＞片仮名条件
 20%：漢字 > 平仮名 > 片仮名
 25%：漢字 > 平仮名 > 片仮名

次に，ノイズ率の効果をみた。漢字の場合，ノイズ率が20%と25%のペアに差がみられた。平仮名と片仮名では，ノイズ率15%と20%，15%と25%，20%と25%のいずれのペアにおいても差が認められた。これらをまと

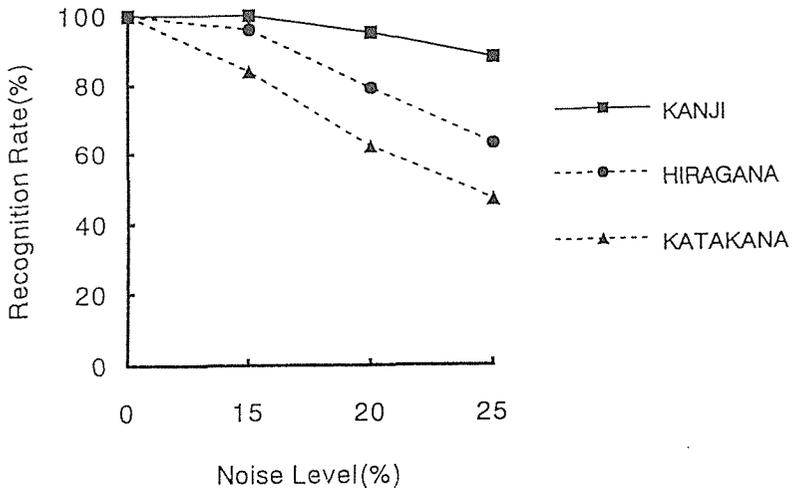


図2-2 汚れノイズを重畳した文字の人間による平均認識率

めると、読み取り成績の高低は次のようになる。

漢字：ノイズ率 15%条件=20%条件>25%条件

平仮名： 15% >20% >25%

片仮名： 15% >20% >25%

以上の結果から、汚れノイズを重畳すると平仮名や片仮名の読み取り成績は大きく低下するのに対して、漢字のそれは安定して高い水準を保つことが明らかになった。

(2) かすれノイズの場合

いずれの条件においても98%以上の正答率に達し、天井効果が認められたため、統計的検定は控えた。

この結果は、かすれを重畳した場合は文字種間で読み取り成績に差が生じないことを示唆するものと考えられる。

OCR対象の場合

(1) 汚れノイズの場合

OCRの読み取り成績の平均値を図2-3に示す。読み取りの正答数をノイズ率と文字種の2要因で分散分析した結果、いずれの要因においても主効果が認められた ($F=194.0$, $df=2/42$, $p<.01$; $F=125.0$, $df=2/84$, $p<.01$)。また、交互作用も有意であった ($F=10.8$, $df=4/84$, $p<.01$)。そこで、LSD法による多重比較によって5%水準で有意差のある平均値のペアを同定した。その結果は以下の通りである。

まず、文字種の効果についてであるが、いずれのノイズ率においても、漢字と平仮名、漢字と片仮名のペアで差が認められた。したがって、平均正答数のプロフィールは次のようになる。

ノイズ率 15%：漢字条件>平仮名条件=片仮名条件

20%：漢字 >平仮名 =片仮名

25%：漢字 >平仮名 =片仮名

次に、ノイズ率の効果については、いずれの文字種においても、ノイズ率が15%と20%、15%と25%、20%と25%のペアで差が認められた。

以上の結果から、汚れノイズに埋もれた文字のOCRによる読み取り成績は、漢字が仮名より優れることが明らかになった。

(2) かすれノイズの場合

図2-4に各条件の平均値を示す。ノイズ率と文字種の2要因で分散分析した結果、いずれの要因においても主効果が認められた ($F=61.7$, $df=2/42$, $p<.01$; $F=24.4$, $df=2/84$, $p<.01$)。しかし、交互作用は有意ではなかった。LSD法で単純効果を検定したところ、5%水準で有意差がみられたのは以下の通りである。

文字種については、漢字と平仮名、平仮名と片仮名のペアで差が認められた。よって、平均正答数のプロフィールは次のようになる。

平仮名条件 > 漢字条件 = 片仮名条件

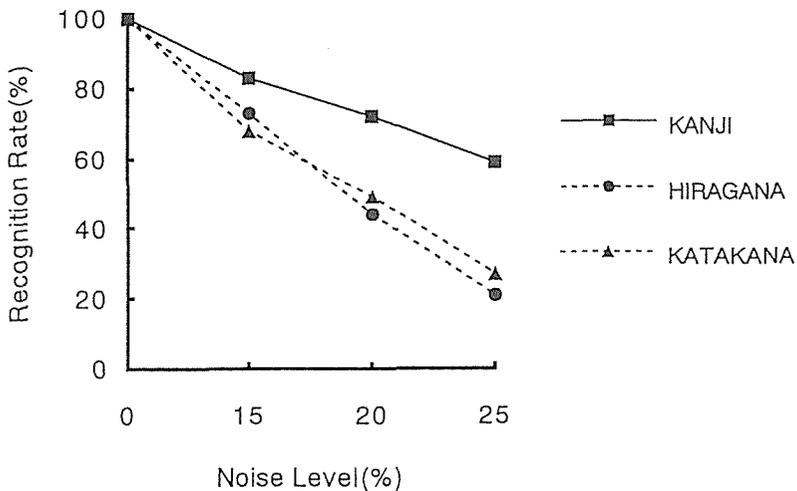


図2-3 汚れノイズを重畳した文字のOCRによる平均認識率

ノイズ率については、15%と25%、15%と20%、20%と25%のいずれのペアにおいても差が認められた。これから、読み取り成績のプロフィールは次のようになる。

15%条件>20%条件>25%条件

この結果から、かすれノイズを重畳した文字のOCRによる読み取りは、平仮名の成績が漢字を上回ることが明らかになった。

〈考 察〉

汚れノイズについて

人間の漢字認知は、汚れノイズに対してかなり頑健であることが示された。一方、平仮名と片仮名については、汚れノイズによって急激に成績が低下する傾向がみられた。汚れノイズの場合は、平仮名や片仮名よりも漢字の方が容易に背景領域から文字領域を切り出せるという仮説が支持されたと考えて良いだろう。

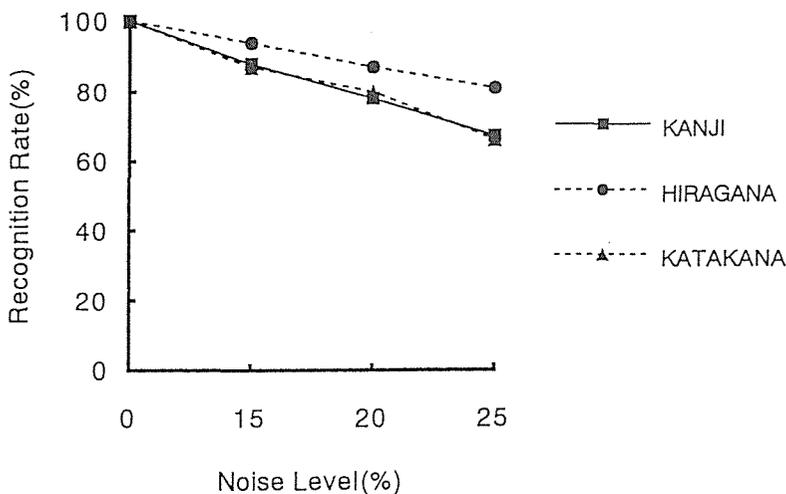


図2-4 かすれノイズを重畳した文字のOCRによる平均認識率

OCRによる実験でも、汚れノイズの悪影響を大きく被ったのは平仮名と片仮名であった。OCRによる読み取り成績のプロフィールは、人間によるそれと並行なパターンを示すことから、ここでも漢字の汚れノイズに対する頑健性が仮名よりも高いことが裏付けられたと言えよう。

では、なぜ汚れノイズに埋もれた漢字の認知成績は仮名のそれを上回るのであろうか。その理由として、以下の3点が考えられる。

まず、漢字は仮名より文字／背景比が高い。本研究で用いた刺激の平均画素数を文字種間で比較すると、漢字のそれは平仮名や片仮名の2～3倍に達する。先の仮説に述べたように、漢字は仮名よりも黒い文字領域が広い（逆に言えば、背景領域が狭い）ので、汚れノイズの影響を受けにくいと考えられる。何故ならば、もともと[黒]の文字領域は[黒]→[黒]と変化せず、ノイズの影響が生じないからである。

次に、漢字のパターン性の高さがある。漢字はパターンとしての全体性や凝集性が高いことが指摘されている（海保・野村，1983；山鳥，1983）²。たとえば、仮に漢字1字を構成する線分が平均10本だとして、それらの線分を2次元平面上にランダム配置したとすると、そこで生成されるパターンの大部分はゲシュタルト法則から逸脱したものとなる。しかも、10本の線分の組合せの数は無限で、パターンの構成要素も無限に派生することから、人間がそれらを完全に習得することは到底不可能である。海保・野村（1983）は、『漢字は線分や要素をランダムに配列して作られた形態ではない。形態の全体性を保つべく線分や要素を配列する暗黙の規則が存在しており、それによって漢字は形態として高度に構造化されたものとなっている。すなわち、一定の配列規則が漢字の視覚的複雑性を低減し、形態としての全体性を保持せしめているのである。』と述べている。この考えを一步進めれば、要素の配列規則や形態の全体性がノイズに隠された部分を推論する際に暗黙のうちに有効に働いた結果、漢字の読み取り成績が仮名のそれを上回ったと解釈できる。つまり、漢字は形態的に冗長な構造を有するので、汚れノイズに強いのであろう。

さらに、識別性の問題も重要である。一般に漢字は仮名に比べて構成要素数（画数あるいは画素数）が多いために、示差特徴を豊富に有すると考えられる。示差特徴が多いほど、混同によるエラーが少なくなる。

なお、以上の議論はあくまでも漢字と仮名の平均的特性を巡るものであり、個別の文字にその文字種の平均的特性が常に反映されると考える訳ではないことに注意されたい。たとえば、漢字の「一」は平仮名の「あ」より画素数は少ないし、パターン性、識別性のいずれも高いとは言えない。たとえ漢字であっても、構成要素数が少ないと示差特徴が貧弱になり、類似した他の文字との混同が生じ易くなると考えられる。この点は手書き漢字の自動認識実験でも実証されている（萩田，1986）ことから、文字の形態的複雑性が低下すると文字認知に妨害的に作用する場合もあると言えよう。

かすれノイズについて

人間の場合、文字種間で読み取り成績に差が見られなかった。仮説では、かすれノイズによって漢字の読み取り成績が仮名よりも劣ると予想したが、そのような証拠は得られなかった。その理由として、文字領域の面積が背景領域のそれよりもかなり狭い点を指摘できる。仮名よりも画素数が2倍以上多い漢字の場合でさえ、文字領域の面積は全体の37%程度を占める程度であり、かすれが効果的に働かなかった可能性が強い。また、汚れノイズに対する場合と同じく、漢字が有する要素の配列規則や形態的全体性がノイズに隠された部分を推論する際に手掛りとして暗黙のうちに有効に働いたとも考えられる。

O C R の認識成績は平仮名>漢字=片仮名といったプロフィールを示し、人間とは質的に異なる結果になった。仮説にしたがえば、白い背景領域が平仮名よりも少ない漢字の方がノイズの影響を大きく被ったと説明できる。しかし、もしその仮説が正しいのであれば、平仮名と片仮名の成績に差が生じないはずである。片仮名は平仮名よりも直線的成分が多く、漢字の構成要素の一部と類似していることが読み取り成績と何か関係があるのかもしれない。

この点については、より綿密な検討が必要であろう。いずれにせよ、この結果は、現時点でのOCRと人間の文字認知機構との質的差異を端的に示したものと考えられる。

補完類似度計算法について

最後に本研究に関連するOCR研究の動向にふれておく。ノイズに埋もれた文字のOCRによる認識は、萩田（1994）が提唱した手法によって画期的な発展を期待できそうな状況にある。この手法の眼目は補完類似度計算法と呼ばれる部分にあり、単に文字認識に限らず、背景にノイズやテクスチャなどを含むパターンの認識に有効である。その方法は、2値化した（すなわち、文字領域を1、背景領域を0と数値化した）パターン同士の類似度を計算する。たとえば、入力パターンXとテンプレートTの類似度 $h(X, T)$ を求める手順の概略は以下の通りである。

- ① 入力パターンXとテンプレートTの文字領域同士の一致度 a 、背景領域同士の一致度 b を求める。これは、XとTを比較して1が重なる要素数を a 、0が重なる要素数を b とする論理積演算である。
- ② 次に、入力パターンXの文字領域とテンプレートTの文字領域の不一致度 c 、Xの背景領域とTの背景領域の不一致度 d を求める。これは、Xの1とTの0が重なる要素数を c 、Xの0とTの1が重なる要素数を d とする論理積演算である。
- ③ 入力パターンXとテンプレートTの類似度 $h(X, T)$ は

$$h(X, T) = \frac{a \cdot b - c \cdot d}{\sqrt{(a + d) \cdot (b + c)}} \quad (1)$$

萩田（1994）の手法は、Tversky（1977）の特徴対照モデル（feature contrast model）を応用・発展させたものとも考えられる。特徴対照モデルによれば、人間は、2つの対象の類似度を判断する際に共通特徴（common feature）だけでなく示差特徴（distinctive feature）も暗黙に考慮する。たとえば、入力パターンXとテンプレートTの類似度 $S(X, T)$ は

$$S(X, T) = X \text{と} T \text{の共通性} - X \text{と} T \text{の示差性} \quad (2)$$

となる。ここで、(1)式の右辺分子第2項の $c \cdot d$ は X と T のズレ、または不一致の程度に関するパラメータでもあると解釈すれば、(2)式は(1)式の一般型と言ってさしつかえないであろう。

従来の文字自動認識研究においては、類似度を共通特徴のみに基づいて計算する方法が主流であった。萩田(1994)の方法は、入力パターンとテンプレートの類似度を、文字領域同士の共通特徴や背景領域同士の共通特徴に加えて、文字領域同士の示差特徴と背景領域同士の示差特徴を考慮に入れて計算する点で独自性がある。

今後、この方法は画像やイメージとして伝送されてきた漢字情報をテキストコードに変換する場合に必要な技術となるであろう。漢字の4バイト符号体系の開発研究と並行して、補完類似度計算法に関する研究もより一層発展することが期待される。

注1

文字をイメージとして伝送する場合は、通信回線の利用効率を向上させるために、情報を圧縮する必要が生じる。通常、文字の2次元データにフーリエ変換などの直交変換を適用して、できる限り少数の周波数成分で文字イメージを符号化する工夫がなされる。この方法は、心理学などの分野でも、記述の経済性や事象に対する見通しの良い世界を追究することに応用されている。たとえば、片仮名について、方向線分の量、要素間の特定の関係性の有無、など19個の尺度で測定し、それらの多変量データを直交変換の一種である因子分析で解析すると、横方向成分、接合・離反、関係の複雑性、縦方向成分、左上がり斜め成分、の5因子が抽出される(海保, 1981, 1982)。

注2

漢字のパターン性を捉える心理学的尺度の1つに「概形特徴」がある。その分析は、漢字の形態に関する印象評定データに基づいて行われる。たとえば、海保・犬飼(1982)は、渡辺(1976)や海保(1970)を参考にして“単純な-複雑な(複雑性)”, “でたらめな-規則的な(規則性)”, “ばらばらな-まとまった(集約性)”など10個の評定尺度を用意し、大学生に教育漢字881字の主観的印象を7段階評定させた。各尺度間の相関行列を主成分分析したところ、複雑性と規則性の2つの軸で全分散の74%を説明できることが示された。この結果は、複雑性と規則性によって漢字の形態のある程度記述できることを示唆している。

付 録

東芝 Express Reader70J 仕様

1. ハードウェア

パソコン

本体	J-3100ZD
RAM	12MB以上(OS/2で5MB以上必要)
GPIOボード	GP7003#1(システムクラフト社製 文書処理オプション使用時必須)

文字認識装置

HDD	40MB内蔵
IF	SCSI(×2), GPIO(×1)
校閲処理	文章処理オプション(ボード1枚)

スキャナ

形式	0SC0024A
用紙サイズ	最大A4サイズ

- | | |
|------------|---|
| 解像度 | 400dpi |
| I F | S C S I |
| 自動給紙装置 | |
| 2. OS | 日本語 MS-OS/2 Ver.1.21 |
| 3. 認識 | |
| 対象文字 | 活字文字(数字、記号、アルファベット、カタカナ、平仮名、漢字) |
| 文字種 | JIS 第1水準 3264字(全字)
JIS 第2水準 736字(住所・氏名に使用される頻度の高いものを抜粋)
計 4000字 |
| 文字サイズ | 最小6ポイント(2mm角)～最大40ポイント(13mm角) |
| 文字ピッチ | 全角, 全角/半角混在 認識可 |
| 対象字体 | オムニフォント |
| 4. パフォーマンス | |
| 読み取り速度 | 70～100字/秒 |
| 認識率 | 99.5%以上(通常品質文書) |
| 5. 定価 | 約1,000万円 |

[謝 辞]

補完類似度の計算法に関して、日本電信電話株式会社NTT基礎研究所・主幹研究員・萩田紀博工学博士に貴重なご助言をいただいた。ここに記して深く感謝申し上げます。また、国立国語研究所研究部会議（1994年9月21日）での研究発表でも有益なコメントを数多くいただいた。当日コメントをくださった方々にも感謝する。

[付 記]

本研究の一部は、文部省科学研究費補助金（創成的基礎研究費）「国際社会における日本語についての総合的研究」（研究代表者：水谷 修，課題番号：06NP1201）の研究班3「日本語表記・音声の実験言語学的研究」（研究班代表者：賀集 寛）から補助を受けた。

引用文献

- 萩田紀博 1986 手書き漢字認識に関する研究 博士論文(慶応大学)
- 萩田紀博 1994 背景に雑音を含む2値画像認識法 信学技法, PRU 93-133, 25-32.
- 海保博之 1968 片仮名文字の見易さの規定要因—重回帰分析による検討—心理学研究, 39, 13-20.
- 海保博之 1970 形の知覚に関する多変量解析的アプローチの現況 心理学評論, 13, 305-317.
- 海保博之 1981 片仮名文字の構造特性の数量的記述について 筑波大学心理学研究, 3, 7-15.
- 海保博之 1982 片仮名文字の構造特性の計測をめぐって 筑波大学心理学研究, 4, 21-26.
- 海保博之・戸田文雄 1981 文字認識研究におけるウォルシュ変換の利用をめぐって 心理学評論, 24, 490-500.
- 海保博之・犬飼幸男 1982 教育漢字の概形特徴の心理的分析 心理学研究, 53, 312-315.
- 海保博之・野村幸正 1983 漢字情報処理の心理学 教育出版
- 熊沢逸夫 1993 心理, 生理学データから推測される知覚情報の脳内表現 情報処理, 34, 309-323.
- 松田隆夫 1973 継時的に提示される2文字の相互マスキング—文字パターン認識と視覚的情報保存— 徳島大学学芸紀要(教育科学), 22, 9-14.
- 斎藤秀紀 1994 1字体に1符号を対応させる漢文字号化の方法 計量国語学, 19, 223-233.
- Tversky, A. 1977 Features of similarity. Psychological Review, 84, 327-352.
- 渡辺 茂 1976 漢字と図形 日本放送出版協会
- 山鳥 重 1983 脳損傷者にとって漢字とは—漢字の神経学— 海保博之(編) 漢字を科学する 有斐閣 Pp.191-223.