

## 文字図形の重心とひろがりについて\*

吉村 ミツ\*\* 山崎 一生\*\* 飯島 泰蔵\*\*

This paper is concerned with the quantification of some psychical and/or sensuous qualities of a character figure, the centroid and the spread.

Considering the fundamental quantity  $I$  which comprises the information of a character shape, and requiring the stationarity of the quantity  $I$ , then the centroid  $a_0$  is defined by three independent mathematical expressions, and the spread  $\sigma_0$  is defined similarly. In case of a black-and-white figure, all the three equations are exactly the same.

The legibility and the size of characters would be regarded as the uniformity of the centroids and that of the spreads. The computed results for OCR-B font have comparatively good uniformity; moreover, the quantified centroid and spread are nearly equal to the psychical and/or sensuous quantities (of the human race), and those facts have confirmed the validity of authors' theory.

## 1. まえがき

活字を機械的に認識する研究，開発が進むにつれて問題点の所在が徐々に明らかになってきた。それは認識対象である印刷された文字図形の多様性である。文字はもともと情報の伝達，保存のために人間向きに発達して来たものであるから，機械的認識には不向きなのが普通である。

印刷された文字図形の特性は，種々の要因が重なり合って非常に複雑である。また，活字の種類も多数にのぼり，米国におけるタイプ活字の場合でも，その数は1万を超えるといわれる<sup>1)</sup>。これらのものは一応，活字設計者独自の主観あるいは美的センスに基づいて設計されたものであり，明確な設計方針あるいは設計理論に基づいて作られたものは皆無ではないかと思われる。

近年，印字品質の劣化あるいは多様性を考慮した活字が設計され，これを認識する信頼性の高い機械が実用化されるに至っている。しかし，これらの活字は特異な形をしたものが多く，読みやすい文字であるとはいいがたい。そこで，伝統的な形をした活字で機械的認識にも適するように設計された文字が，ISO\*\*\* や

電子協で規格化される動きもある<sup>2)</sup>。

文字図形の心理的，感覚的な特性には美しさ，統一性，調和性，安定感，読みやすさ，弁別性などが考えられるが，これらの特性を決める要因には文字図形の重心，大きさ，フトコロ，黒さ（密度），線の太さ，幾何学的形状などがある<sup>3)</sup>。

ところで，これらのもののすべてを定量的に測定したり，計量化したりすることは，容易なことではないが，その一部分を定量化し，客観的にとらえることを試みよう。文字の配列状態における読みやすさ，安定感などは各文字の重心位置に関係するものであると思われる。個々の文字の大きさは文字のひろがり量に関係するものであると思われる。そして，これらの量は一組の活字についてはある程度揃っている方が，“感じが良い”ものと思われる。

本論文で導かれる結論を最初に要約しておけば，次のとおりである。

$x-y$  平面上の全領域を  $\Omega$  とし， $\Omega$  の上で定義される図形を  $f(r)$  とする。ただし， $r$  は位置を表わす列ベクトルで，

$$r = ix + jy, \quad i, j \text{ は単位ベクトル} \quad (1)$$

であり， $f$  は白地を零，黒さの程度を正值で表わした非負の関数である。また  $u(r)$  は

$$\iint u(r) dx dy = 1, \quad u(r) \geq 0 \quad (2)$$

を満足する2次元平面上での“視野”を決める荷重関

\* On the Centroid and the Spread of a Character Figure, by Mitsu Yoshimura, Issei Yamasaki and Taizo Iijima (Electronic Computer Division, Electrotechnical Laboratory).

\*\* 電気試験所電子計算機部

\*\*\* International Organization for Standardization

数である。以後簡単のために  $x-y$  平面上の点をベクトル表示することにする。

そうすれば、“視野”，一般図形，理想黑白図形の重心  $\mathbf{a}_0$  はそれぞれ

$$\mathbf{a}_0 = \int \int_{\sigma} \mathbf{u}(\mathbf{r}) r dx dy \quad (3.1)$$

$$= \frac{\int \int_{\sigma} \mathbf{u}(\mathbf{r}) r f(\mathbf{r}) dx dy}{\int \int_{\sigma} \mathbf{u}(\mathbf{r}) f(\mathbf{r}) dx dy} \quad (3.2)$$

$$= \frac{\int \int_{\sigma} \mathbf{u}(\mathbf{r}) r \{f(\mathbf{r}) - K_0\}^2 dx dy}{\int \int_{\sigma} \mathbf{u}(\mathbf{r}) \{f(\mathbf{r}) - K_0\}^2 dx dy} \quad (3.3)$$

で定義され，図形の拡がり  $\sigma_0$  も同様に

$$\sigma_0^2 = \int \int_{\sigma} \mathbf{u}(\mathbf{r}) (\mathbf{r} - \mathbf{a}_0)^T (\mathbf{r} - \mathbf{a}_0) dx dy \quad (4.1)$$

$$= \frac{\int \int_{\sigma} \mathbf{u}(\mathbf{r}) (\mathbf{r} - \mathbf{a}_0)^T (\mathbf{r} - \mathbf{a}_0) f(\mathbf{r}) dx dy}{\int \int_{\sigma} \mathbf{u}(\mathbf{r}) f(\mathbf{r}) dx dy} \quad (4.2)$$

$$= \frac{\int \int_{\sigma} \mathbf{u}(\mathbf{r}) (\mathbf{r} - \mathbf{a}_0)^T (\mathbf{r} - \mathbf{a}_0) \{f(\mathbf{r}) - K_0\}^2 dx dy}{\int \int_{\sigma} \mathbf{u}(\mathbf{r}) \{f(\mathbf{r}) - K_0\}^2 dx dy} \quad (4.3)$$

ただし， $T$  は転置を表わす。

で定義される。

ここで， $K_0$  は図形と背景の紙とによって決まる基準明度で，それぞれ

$$K_0 = \int \int_{\sigma} \mathbf{u}(\mathbf{r}) f(\mathbf{r}) dx dy \quad (5.1)$$

$$= \frac{\int \int_{\sigma} \mathbf{u}(\mathbf{r}) r f(\mathbf{r}) dx dy}{\int \int_{\sigma} \mathbf{u}(\mathbf{r}) r dx dy} \quad (5.2)$$

$$= \frac{\int \int_{\sigma} \mathbf{u}(\mathbf{r}) (\mathbf{r} - \mathbf{a}_0)^T (\mathbf{r} - \mathbf{a}_0) f(\mathbf{r}) dx dy}{\int \int_{\sigma} \mathbf{u}(\mathbf{r}) (\mathbf{r} - \mathbf{a}_0)^T (\mathbf{r} - \mathbf{a}_0) dx dy} \quad (5.3)$$

で定義される。そして理想黑白図形の場合には，各3種類の定義式は一致した値をとる。

## 2. 図形の情報をなう基本量

図形  $f(\mathbf{r})$  をある基準明度  $K$  から測った相対明度  $f(\mathbf{r}) - K$  で表わすことにする。そうすれば，ある定点  $\mathbf{a}$  を中心として図形をとらえたときの，任意の点  $\mathbf{r}$  における単位領域当たりの図形情報量は  $\mathbf{u}(\mathbf{r}) (\mathbf{r} - \mathbf{a})^T (\mathbf{r} - \mathbf{a}) \{f(\mathbf{r}) - K\}^2$  で与えられると考えられ， $\Omega$  上における図形情報量の総和  $I(\mathbf{a}, K)$  は

$$I(\mathbf{a}, K) \equiv \int \int_{\sigma} \mathbf{u}(\mathbf{r}) (\mathbf{r} - \mathbf{a})^T (\mathbf{r} - \mathbf{a}) \cdot \{f(\mathbf{r}) - K\}^2 dx dy \quad (6)$$

で定義される。この  $I(\mathbf{a}, K)$  を図形  $f(\mathbf{r})$  の情報をなう基本量と名づける。以下この基本量  $I(\mathbf{a}, K)$  を基にして理論を展開することにしよう。

まず， $I(\mathbf{a}, K)$  を  $\mathbf{a}, K$  について逐次2回微分した量から二つの関数  $J(K), L(\mathbf{a})$  を

$$J(K) \equiv \frac{1}{2} \nabla_{\mathbf{a}} \cdot \nabla_{\mathbf{a}} I(\mathbf{a}, K) \\ = \int \int_{\sigma} \mathbf{u}(\mathbf{r}) \{f(\mathbf{r}) - K\}^2 dx dy \quad (7)$$

$$L(\mathbf{a}) \equiv \frac{1}{2} \frac{\partial^2}{\partial K^2} I(\mathbf{a}, K) \\ = \int \int_{\sigma} \mathbf{u}(\mathbf{r}) (\mathbf{r} - \mathbf{a})^T (\mathbf{r} - \mathbf{a}) dx dy \quad (8)$$

と定義する。そうすると，図形のひろがりを表わす尺度  $\sigma$  と図形の強さを表わす尺度  $A$  とは (6), (7), (8) 式から

$$\sigma^2 = \frac{I(\mathbf{a}, K)}{J(K)} \\ = \frac{\int \int_{\sigma} \mathbf{u}(\mathbf{r}) (\mathbf{r} - \mathbf{a})^T (\mathbf{r} - \mathbf{a}) \{f(\mathbf{r}) - K\}^2 dx dy}{\int \int_{\sigma} \mathbf{u}(\mathbf{r}) \{f(\mathbf{r}) - K\}^2 dx dy} \quad (9)$$

$$A^2 = \frac{I(\mathbf{a}, K)}{L(\mathbf{a})} \\ = \frac{\int \int_{\sigma} \mathbf{u}(\mathbf{r}) (\mathbf{r} - \mathbf{a})^T (\mathbf{r} - \mathbf{a}) \{f(\mathbf{r}) - K\}^2 dx dy}{\int \int_{\sigma} \mathbf{u}(\mathbf{r}) (\mathbf{r} - \mathbf{a})^T (\mathbf{r} - \mathbf{a}) dx dy} \quad (10)$$

で与えられることとなる。

## 3. 停留性の条件

(9), (10) 式で与えられる  $\sigma, A$  なる二つの量は， $\mathbf{a}, K$  の選び方によって種々の値を取り得るが， $\sigma, A$  が共に停留値となるように  $\mathbf{a}, K$  を定めることとし，このときの値をそれぞれ  $\mathbf{a}_0, K_0$  とする。これらの値を求めるために (9), (10) 式をそれぞれ  $\mathbf{a}, K$  で微分して零とおけば，

$$\left\{ \begin{aligned} \nabla_{\mathbf{a}} \sigma^2 = \frac{\nabla_{\mathbf{a}} I(\mathbf{a}, K)}{J(K)} = 0 \end{aligned} \right. \quad (11)$$

$$\left\{ \begin{aligned} \frac{\partial}{\partial K} \sigma^2 = \frac{J(K) \frac{\partial}{\partial K} I(\mathbf{a}, K) - I(\mathbf{a}, K) \frac{\partial}{\partial K} J(K)}{J^2(K)} \\ = 0 \end{aligned} \right. \quad (12)$$

$$\left\{ \begin{aligned} \nabla_{\mathbf{a}} A^2 = \frac{L(\mathbf{a}) \nabla_{\mathbf{a}} I(\mathbf{a}, K) - I(\mathbf{a}, K) \nabla_{\mathbf{a}} L(\mathbf{a})}{L^2(\mathbf{a})} = 0 \end{aligned} \right. \quad (13)$$

$$\left\{ \frac{\partial}{\partial K} A^2 = \frac{\frac{\partial}{\partial K} I(a, K)}{L(a)} = 0 \right. \quad (14)$$

を得、これらを整理すれば、

$$\left\{ \begin{aligned} \nabla_a I(a, K) &= (-2) \int_a u(r) (r-a) \{f(r)-K\}^2 dx dy \\ &= 0 \end{aligned} \right. \quad (15)$$

$$\left\{ \begin{aligned} \frac{\partial}{\partial K} I(a, K) &= (-2) \int_a u(r) (r-a)^T \\ &\quad \cdot \{f(r)-K\} dx dy = 0 \end{aligned} \right. \quad (16)$$

$$\nabla_a L(a) = (-2) \int_a u(r) (r-a) dx dy = 0 \quad (17)$$

$$\left\{ \frac{\partial}{\partial K} J(K) = (-2) \int_a u(r) \{f(r)-K\} dx dy = 0 \right. \quad (18)$$

となる。そこで、これら四つの式を連立に解けば、

$$\left\{ a_0 = \int_a u(r) r dx dy \right. \quad (3 \cdot 1)$$

$$\left\{ \begin{aligned} &= \frac{\int_a u(r) r \{f(r)-K_0\}^2 dx dy}{\int_a u(r) \{f(r)-K_0\}^2 dx dy} \\ & \quad (3 \cdot 3) \end{aligned} \right.$$

$$\left\{ K_0 = \int_a u(r) f(r) dx dy \right. \quad (5 \cdot 1)$$

$$\left\{ \begin{aligned} &= \frac{\int_a u(r) (r-a_0)^T (r-a_0) f(r) dx dy}{\int_a u(r) (r-a_0)^T (r-a_0) dx dy} \\ & \quad (5 \cdot 3) \end{aligned} \right.$$

なる結果を得る。そして、このときの  $\sigma$ ,  $A$  の値  $\sigma_0$ ,  $A_0$  は (9), (10) 式から

$$\sigma_0^2 = \frac{\int_a u(r) (r-a_0)^T (r-a_0) \{f(r)-K_0\}^2 dx dy}{\int_a u(r) \{f(r)-K_0\}^2 dx dy} \quad (4 \cdot 3)$$

$$A_0^2 = \frac{\int_a u(r) (r-a_0)^T (r-a_0) \{f(r)-K_0\}^2 dx dy}{\int_a u(r) (r-a_0)^T (r-a_0) dx dy} \quad (19)$$

となる。

$a_0$ ,  $K_0$  なる二つの量を定めるために、四つの式が使われているが、このことは図形  $f(r)$  と、荷重関数  $u(r)$  との間に、特殊な関係が存在しなければならないことを意味している。

#### 4. 理想黒白図形の場合

図形  $f(r)$  が黒白2値のいずれかを取る理想図形である場合には、 $f(r)$  は

$$f^2(r) \equiv k f(r), \quad k > 0 \quad (20)$$

なる条件をみたしているものと考えられる。なぜなら

ば、この (20) 式から

$$f(r) = 0 \text{ または } k \quad (21)$$

を得るからである。

ところで、(5・1), (20) 式から

$$\begin{aligned} \int_a u(r) f^2(r) dx dy &= k \int_a u(r) f(r) dx dy \\ &= k K_0 \end{aligned} \quad (22)$$

となるから、(21) 式を考慮すれば  $K_0$  の値は

$$0 < K_0 < k \quad (23)$$

なる範囲にあることがわかる。

また、(7), (22) 式から

$$\begin{aligned} J(K_0) &= \int_a u(r) \{f(r)-K_0\}^2 dx dy \\ &= \int_a u(r) \{f^2(r)-2K_0 f(r)+K_0^2\} dx dy \\ &= K_0(k-K_0) \end{aligned} \quad (24)$$

となり、(3・1), (21) 式から

$$\begin{aligned} &\int_a u(r) r \{f(r)-K_0\}^2 dx dy \\ &= \int_a u(r) r \{f^2(r)-2K_0 f(r)+K_0^2\} dx dy \\ &= (k-2K_0) \int_a u(r) r f(r) dx dy + K_0^2 a_0 \end{aligned} \quad (25)$$

となる。したがって、(3・3), (24), (25) 式から

$$K_0 a_0 = \int_a u(r) r f(r) dx dy \quad (26)$$

が得られ、この (26) 式と (5・1) 式とから

$$a_0 = \frac{\int_a u(r) r f(r) dx dy}{\int_a u(r) f(r) dx dy} \quad (2 \cdot 2)$$

なる結果を得る。

また、(3・1), (26) 式から

$$K_0 = \frac{\int_a u(r) r f(r) dx dy}{\int_a u(r) r dx dy}$$

が得られる。

次に、(6), (20) 式から

$$\begin{aligned} I(a_0, K_0) &= \int_a u(r) (r-a_0)^T (r-a_0) \\ &\quad \cdot \{f(r)-K_0\}^2 dx dy \\ &= (k-2K_0) \int_a u(r) (r-a_0)^T (r \\ &\quad -a_0) f(r) dx dy + K_0^2 \int_a u(r) (r \\ &\quad -a_0)^T (r-a_0) dx dy \end{aligned}$$

となり、これに (5・3), (8) 式を代入すれば

$$= \{(k-2K_0)K_0 + K_0^2\} L(a_0)$$

$$= (k - K_0)K_0L(a_0) \quad (27)$$

なる式を得る。したがって、この (27) 式を (10) 式に代入することによって、

$$A_0^2 = K_0(k - K_0) \quad (28)$$

となり、この (28) 式と (24) 式とを比較することによって、

$$A_0^2 = J(K_0) = \iint_{\sigma} u(r) \{f(r) - K_0\}^2 dx dy \quad (29)$$

を得る。さらに、この (29) 式と (3.1), (3.2) 式とから

$$A_0^2 = \frac{\iint_{\sigma} u(r) r \{f(r) - K_0\}^2 dx dy}{\iint_{\sigma} u(r) r dx dy} \quad (30)$$

なる結果が得られる。

また、(27), (28), (29) 式から

$$I(a_0, K_0) = L(a_0)J(K_0) \quad (31)$$

なる関係式が得られるから、この (31) 式を (9) 式に代入することによって、

$$\begin{aligned} \sigma_0^2 &= L(a_0) \\ &= \iint_{\sigma} u(r) (r - a_0)^T (r - a_0) dx dy \end{aligned} \quad (4.1)$$

となる。

この (4.1) 式と (5.1), (5.3) 式とから

$$\sigma_0^2 = \frac{\iint_{\sigma} u(r) (r - a_0)^T (r - a_0) f(r) dx dy}{\iint_{\sigma} u(r) f(r) dx dy} \quad (4.2)$$

が得られる。

以上の結果から、第 1 節の終りに掲げたそれぞれ三つずつの図形のひろがり、重心の定義式が妥当であることが了解される。

また、 $I(a, K)$  を  $a = a_0, K = K_0$  の周りで展開すれば、

$$I(a, K) = \{A_0^2 + (K - K_0)^2\} \{\sigma_0^2 + (a - a_0)^T (a - a_0)\} \quad (32)$$

となるから、

$$I(a, K) \geq A_0^2 \sigma_0^2 = I(a_0, K_0) \quad (33)$$

なる関係式が得られる。この (33) 式から  $I(a, K_0)$  は  $I(a, K)$  の最小値となっていることがわかる。このことから、上に述べた  $a_0, K_0$  の決定法は、 $I(a, K)$  に含まれている非本質的な図形情報をできるだけ排除しようとするものであったことが、了解されるであろう。

### 5. 荷重関数と図形の定義領域

有限領域  $R$  内で一様な重みをもつ荷重関数を与えた

場合に、与えられた図形から領域  $R$  を決定する問題を考察しよう。

有限領域  $R$  内で一様な重みをもつ荷重関数  $u(r)$  は

$$u(r) = \begin{cases} 1/R: r \in R \\ 0: r \notin R \end{cases} \quad (34)$$

で与えられる。ただし、領域  $R$  の占める面積も同じ  $R$  で表わすものとする。

任意の図形  $f(r)$  は黒白図形で、

$$\begin{cases} f^2(r) \equiv f(r) \\ \iint_{\sigma} f(r) dx dy < \infty \end{cases} \quad (35)$$

$$\iint_{\sigma} f(r) dx dy < \infty \quad (36)$$

なる条件をみたすものと仮定する。

そこで、基礎領域  $R_0$  を考え、この  $R_0$  は

$$\frac{1}{R_0} \iint_{R_0} r dx dy = 0 \quad (37)$$

$$\frac{1}{R_0} \iint_{R_0} r^T r dx dy = \rho_0^2 \quad (38)$$

で定義されるものとする。

また、領域  $R \equiv R(a, \lambda)$  は  $R_0$  なる領域の中心位置を  $a$  に移し、その全領域を  $\lambda$  倍に伸縮させた相似領域とする。

図形  $f(r)$  が  $R$  なる領域に完全に含まれると仮定できるならば、

$$\begin{cases} a_0 \equiv \frac{\iint_R r f(r) dx dy}{\iint_R f(r) dx dy} \\ \sigma_0^2 \equiv \frac{\iint_R (r - a_0)^T (r - a_0) f(r) dx dy}{\iint_R f(r) dx dy} \end{cases} \quad (39)$$

$$\begin{cases} \sigma_0^2 \equiv \frac{\iint_R (r - a_0)^T (r - a_0) f(r) dx dy}{\iint_R f(r) dx dy} \\ \lambda_0 = \sigma_0 / \rho_0 \end{cases} \quad (40)$$

なる式によって  $a_0, \lambda_0$  が定まるから、 $R$  が決定する。このようにして定められた領域  $R$  では、当然のことながら、前節までに述べたすべての関係式がそのまま成り立つ。

《基礎領域  $R_0$  の例》

i)  $2b_0 \times 2c_0$  なる四辺形領域では

$$\rho_0^2 = \frac{1}{4b_0c_0} \int_{-b_0}^{b_0} dx \int_{-c_0}^{c_0} (x^2 + y^2) dy = \frac{1}{3}(b_0^2 + c_0^2)$$

ii) 長軸、短軸の直径がそれぞれ  $2b_0, 2c_0$  なる楕円領域では

$$\rho_0^2 = \frac{4}{\pi b_0 c_0} \int_0^{b_0} dx \int_0^{c_0 \sqrt{b_0^2 - x^2}} (x^2 + y^2) dy = \frac{1}{4}(b_0^2 + c_0^2)$$

iii) 底辺  $2b_0$ 、高さ  $c_0$  なる二等辺三角形領域では

$$\rho_0^2 = \frac{2}{b_0 c_0} \int_0^{b_0} dx \int_0^{c_0(1 - \frac{x}{b_0})} (x^2 + y^2) dy = \frac{1}{6}(b_0^2 + \frac{c_0^2}{3})$$

となる。Fig. 1 に等しい  $\rho_0$  を与える円形基礎領域、正方形基礎領域、正三角形基礎領域を示す。

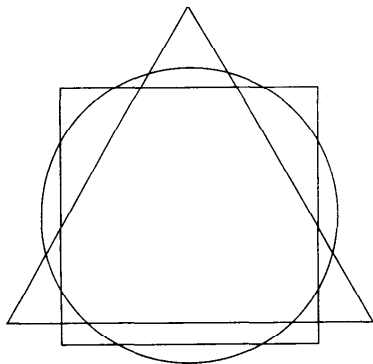


Fig. 1 Circular, quadrilateral, and regular triangular basic regions with equal  $\rho_0$ .

## 6. 活字評価の例

前節までに述べてきた理論は1文字についての、ひろがりと重心とを数量化したものであるが、あるフォントを一組の活字群として見た場合の大きさの揃い具合、読みやすさ、安定感に先に与えた図形のひろがり量 ( $\sigma_0$ ) と、文字を並べる方向の重心 ( $a_x$ ) の揃い具合によって、それぞれ評価できるものと考えられる。

ここでは、ISO に ECMA\* から提案されている OCR-B の大文字、小文字、数字の3字種の活字をそ

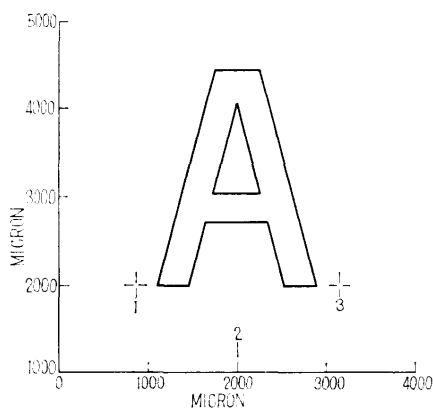


Fig. 2 A character figure drawn on the standard positions.

\* European Computer Manufacturers Association

れぞれが1群をなしているものとして評価してみよう。

文字は Fig. 2 に示すように、文字の垂直位置、傾き、横幅の基準点 1, 3 と水平方向の印刷ピッチの基準線 2 に対して描かれている。

$x-y$  平面上の文字は面積  $100 \times 100$  MICRON<sup>2</sup> のエレメントを有する基板目状の枠をあてがって、任意のエレメントに占める文字線部分の面積が 50% を越えるか否かによって、2 値に量子化してマトリックス状パターンが作られ、計算機の入力データとなる。

基礎領域  $R_0$  は大文字と数字の場合、直線 1-3 (Fig. 2 参照) に水平あるいは垂直な辺を有する文字線に外接する四辺形の枠の平均として決め、小文字の場合には、上下に突出した部分 (たとえば  $p$  の“足”) を除去したときの文字線に外接する四辺形の枠の平均として決めることとする。大文字、小文字、数字の場合それぞれ  $(1.6 \times 2.5)$ mm<sup>2</sup>,  $(1.7 \times 1.9)$ mm<sup>2</sup>,  $(1.6 \times 2.6)$ mm<sup>2</sup> の四辺形である。

実際の計算式は次のとおりである。

図形の水平方向重心位置:  $a_x$

$$a_x = \frac{\sum_{i,j \in R} i \cdot f(i, j)}{\sum_{i,j \in R} f(i, j)}$$

図形の垂直方向重心位置:  $a_y$

$$a_y = \frac{\sum_{i,j \in R} j \cdot f(i, j)}{\sum_{i,j \in R} f(i, j)}$$

図形のひろがり量:  $\sigma$

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i,j \in R} \{(i - a_x)^2 + (j - a_y)^2\} \cdot f(i, j)}{\sum_{i,j \in R} f(i, j)}}$$

基礎領域の (基準) ひろがり量:  $\rho_0$

$$\rho_0 = \sqrt{\frac{\sum_{i,j \in R_0} \{(i - \bar{a}_x)^2 + (j - \bar{a}_y)^2\} \cdot 1}{\sum_{i,j \in R_0} 1}}$$

ただし、

$f(i, j) = 0$  あるいは 1

: 2 値化マトリックス状パターン

$R$ : 図形の含まれる領域

$R_0$ : 基礎領域

$\bar{a}_x, \bar{a}_y$ : 基礎領域  $R_0$  の重心位置

これらの式によって計算した結果を Fig. 3~5 に示す。また、それぞれの計算値の平均、標準偏差、レンジを Table. 1 に示す。

ひろがり量、重心位置のバラツキをいかなる範囲内に押えるのが妥当であるかということ、基礎領域をい

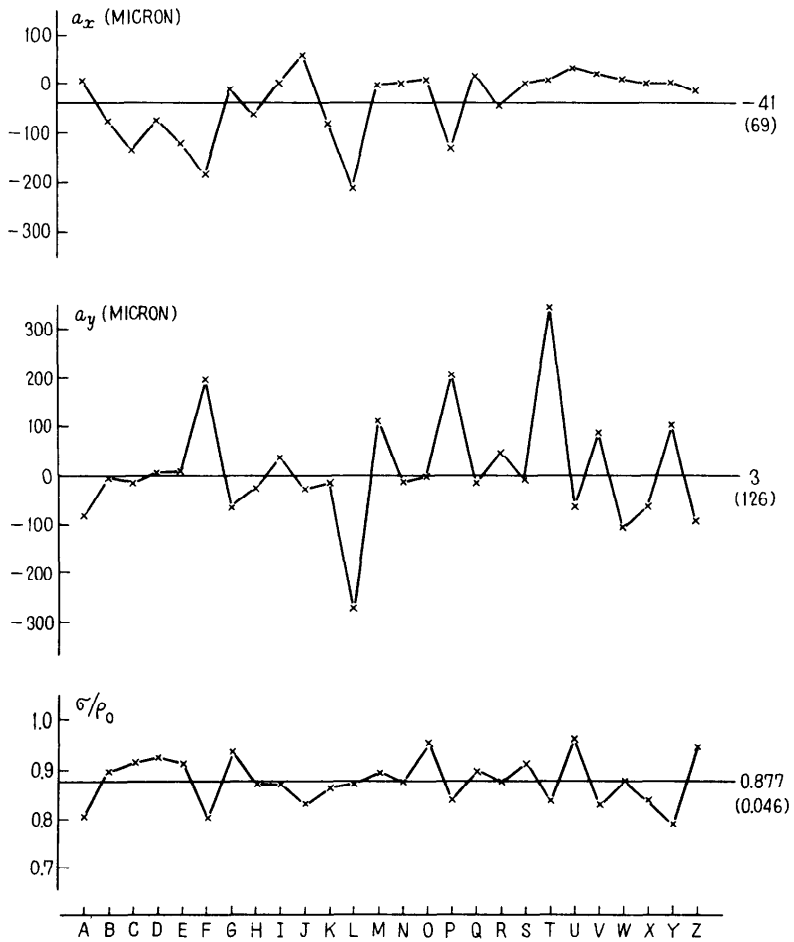


Fig. 3 The horizontal and vertical centroids and the spreads of the upper case letters.

Table 1. The mean values, standard deviations, and ranges of the centroids and the spreads.

		平均値	標準偏差	レンジ
大文字	$a_x$	-0.041	0.069	0.272
	$a_y$	0.003	0.126	0.614
	$\sigma$	0.877	0.046	0.175
小文字	$a_x$	-0.015	0.068	0.241
	$a_y$	1.010	0.191	0.807
	$\sigma$	0.800	0.082	0.335
数字	$a_x$	-0.003	0.019	0.083
	$a_y$	0.136	0.167	0.590
	$\sigma$	0.911	0.072	0.217

かにとるべきかということなどに問題もあるが、フォントの良きの目安を先の計算結果からある程度知ることが可能である。

活字を組む（水平）方向の重心位置  $a_x$  が印刷ピッチの基準線 2 (Fig. 2 参照) とほぼ一致するか、一方方向への偏りがある場合には読みやすいと考えられるが、 $a_x$  の計算結果を見ると、大体妥当な範囲内に入っているのではないと思われる。またひろがり量  $\sigma$  が大きい小さいかによって、われわれ人間の眼に惑する文字図形の見え方も大きかったり小さかったりするが、 $\sigma$  の計算結果を見ると、平均値から特にはずれた文字はないので、ほぼ良い設計の活字といえるのでは

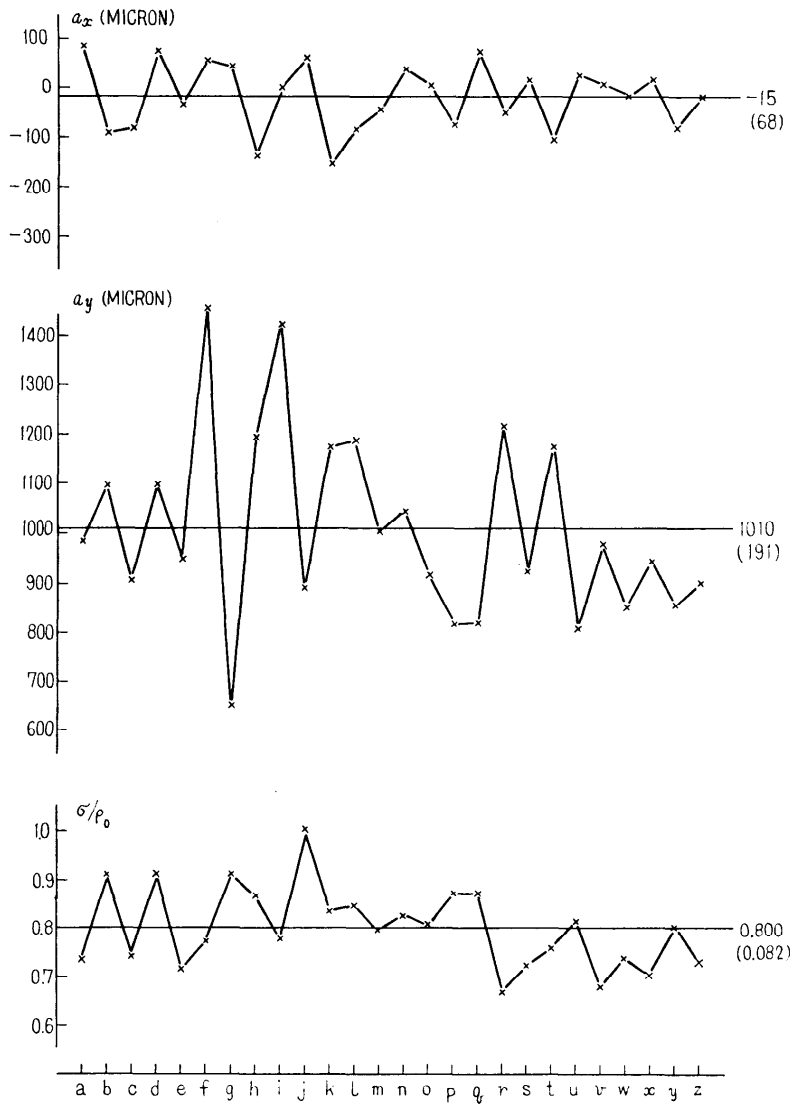


Fig. 4 The horizontal and vertical centroids and the spreads of the lower case letters.

ないかと思われる。

Fig. 6 に基礎領域  $R_0$  を各文字のひろがり量の大きさに従って変化した文字図形の定義領域を示す。定義領域を示す枠の中心と文字の重心とは一致するようにおかれている。

### 7. むすび

文字図形のいかなる心理的、感覚的な要素を、いか

なる形に定量化すれば良いかという問題は、非常に多くの困難な課題を含んでいる。ここで述べた事柄はこの問題の中の、ほんの一部分である文字図形の重心と大きさの問題を取扱ったものである。検討の結果、数量化した値は人間の感覚的な量とかなり近いことが明らかにされた。また、これらの量の揃い具合によって、任意のフォントの“良さ”の尺度をある程度客観的に評価可能であることも明らかにされた。

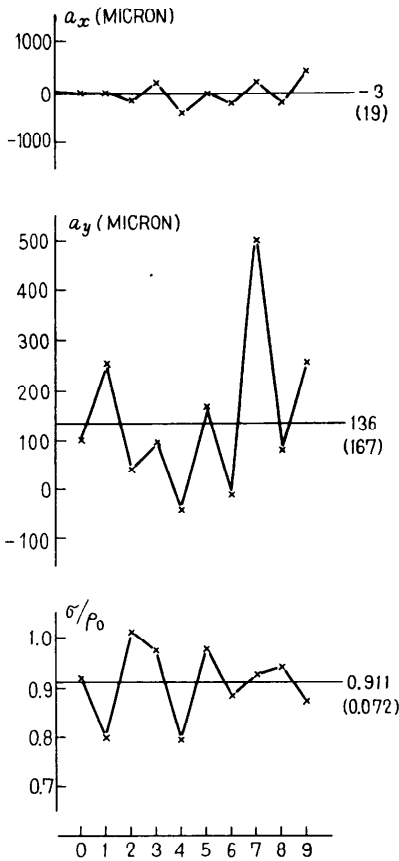


Fig. 5 The horizontal and vertical centroids and the spreads of the numerals.

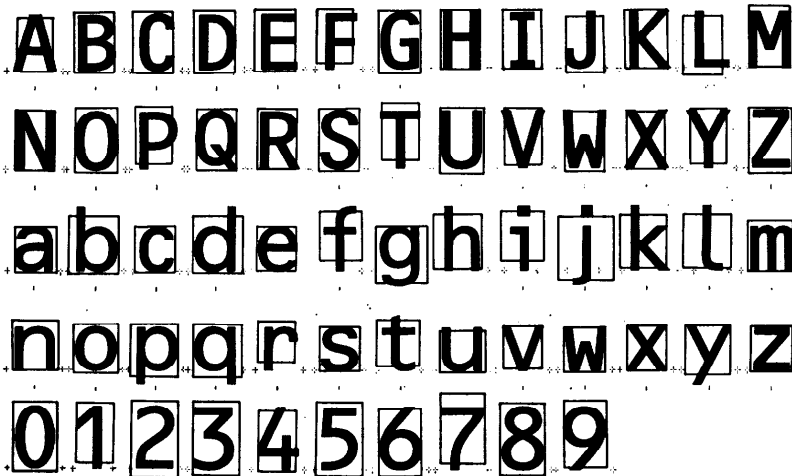


Fig. 6 The definition areas of the OCR-B font.

第2節において定義された図形の情報をにう基本量は、やや唐突な感じを抱かせる。しかしながら、この基本量が停留値となるように要請して決められた重心  $a_0$  とひろがり量  $\sigma_0$  とが、文字図形の重心とひろがりとの心理的、感覚的な量にそれぞれ対応した値となることから、この基本量の妥当性が、認められるであろう。

人間感覚とこの理論との統計的見地からの比較検討の問題、多数のフォントを相互に比較して優劣の評価をする問題などはあとの機会に譲りたい。また、今後の大きな問題点は、文字図形の心理的、感覚的な特性を決める要因を明らかにすること、そして、これらの要因を合理的に計量化することではなからうか。

謝辞

活字の評価の際に用いた OCR-B の計算機用入力データは東芝中研開発部軽電グループ支地研究室から提供されたものである。記して謝意を表したい。

なお、計算にはユニコンを使用した。

参考文献

- 1) Fitzmaurice, J.A.: Some Historical Aspects of the Design of Alphanumeric Character Sets, ISO/TC 97/SC 3/WG 1(USA-10) 44 (February 1965)
- 2) Alphanumeric Character Sets for Optical Recognition, ISO/TC 97(Secret-86) 996(June 1966)
- 3) 佐藤敬之輔: 文字のデザイン・シリーズ(4) カタカナ, 1966, 丸善
- 4) 飯島泰蔵: 視覚パターンの正規化基礎理論, 電通全大 127 (昭. 42. 10)
- 5) 飯島泰蔵, 吉村ミツ: 文字図形の重心および拡がりの定義法, 電通全大 128 (昭. 42. 10) (昭和 43 年 7 月 3 日受付)