

図形の見え方と文字への応用

2D-3

小林富士男 富田将英 坪井始 美咲隆吉 田中始男
福山大学工学部

1. まえがき

視覚対象を図形に限定し、その見え方を直接視覚実験によらずに評価する方法を考える。網膜の視細胞の大きさを従来発表されているデータから導き、網膜上に結像した図形の照度分布を2次元的に標本化し、文字図形について評価するための尺度を提案する。更に、計算機シミュレーションによって具体的な文字指標に適用し、その結果について考察を行う。

2. 知覚できる最小距離

視細胞には、錐体と杆体があり、このうち錐体は網膜中心に密集して分布していて、強い光に対して働き、明所において物の形（形態覚）や色を感じる働き（色覚）をもっている。ここでは、中心窩における錐体の働きに限定し、色覚を除外した形態覚を対象に理論を進める。視力 V は空間的に分離して知覚できる最小の視角 θ の逆数で与えられ、次式のように表される。

$$V = \frac{1}{\theta} \quad (1)$$

ただし、 θ の単位は分である。

網膜上で分離して知覚できる最小距離 δ は、眼の結節点から網膜までの距離を l とすると、

$$\delta = l \cdot \theta \quad (2)$$

となる。ところで、視標の照度を変えると視力の値が変化するので、式(2)は、次式のように表

される。

$$\delta = \frac{118.3 \times 10^{-6} (0.412 + M^{1/3})^3 l}{M} \quad (3)$$

ただし、 M は視標の光束発散度で、その単位は (1 m/m^2) である。

いま、眼球から視対象面上までの距離を L とすると、網膜面上の知覚できる最小距離 δ は、視対象面上では次式によって変換される。

$$d = \frac{\delta L}{l} \quad (4)$$

3. 文字の標本化

わが国の出版物で使用されている活字の中では、8ポイントのものが最も多く、その文字の高さ h は約2.8 (mm)である。眼の結節点から網膜までの距離 l を17 (mm)とし、観測距離 L を250 (mm)とすると、網膜上に結像される文字の高さ λ は、 $\lambda = h l / L$ より0.19 (mm)となる。これらの文字の光束発散度を500 (1 m/m^2)とすると、知覚できる最小距離 δ は2.34 (μm)となる。いま、 $\lambda / \delta = N$ とおき、標本化数と呼ぶ。図1は明朝体の漢字指標について標本化条件をかえたときの再現図形を示したものである。図1の第1列は $N = 81$ に対するもので、以下第2列、第3列、第4列、第5列は N の値をそれぞれ $81/2$ 、 $81/3$ 、 $81/4$ 、 $81/5$ としたときの標本化図形である。同図をみれば、 N の値が小さくなる程、標本化図形の画質は劣化することが明らかである。

4. 標本化文字の見え方の評価基準

刺激を受けた錐体の働きによって、大脳で形態覚を生ずることになるが、その場合、図形の輪郭を形成する視細胞が特に重要である。刺激を受け

The Appearance of Figure and its
Application to Characters

Fujio Kobayashi, Masahide Tomita, Hajime
Tsuboi, Takayoshi Misaki and Motoo Tanaka
Fukuyama University

Sanzou, 1 Banchi, Gakuen-cho, Fukuyama-shi,
Hiroshima, 729-02, Japan

ている多数の細胞があるとき、その中でどの細胞が輪郭形成に寄与するかを決定するため、図2に示すように1個の視細胞(図の0番細胞)を中心にして上下左右の4個の細胞(図の1~4番)を考える。これら周辺の細胞が4個とも刺激を受けている図(a)のような場合には、0番の細胞は輪郭形成には寄与しないので、この場合F細胞と名付ける。それに対して、図(b), (c), (d)では0番細胞の周囲のうち少なくとも1個、またはそれ以上の細胞が刺激を受けていない状態であり、これらの場合の0番細胞は輪郭を形成するのに寄与するので、この状態の0番細胞をC細胞と名付ける。いま、刺激を受けている視細胞の数を N_E 、C細胞の数を N_C 、F細胞の数を N_F とすると、

$$N_E = N_C + N_F \quad (5)$$

となる。

次に、文字の N_F / N_E なる量を考えると、これは文字の太さあるいは肉付きの良さを表す尺度となる。図3は漢字の平均値について、 N_F / N_E 対 N の特性をプロットしたものである。 N_F / N_E の値が大きい文字は、その文字の構造の細部まで表現できるのに対し、 N_F / N_E の値が小さくなると構造の細部が崩れることになる。標本化文字でその細部まで忠実に視認できるためには、 N_F / N_E の値が1つの評価基準になると考えられる。図3において、 $N_F / N_E = 0.5$ となる N を求めると、 $81 / 1.3$ となる。これらの N に相当する文字図形は、図1の第1列と第2列の中間のものとなる。この結果は感覚的にも妥当なものであり、したがって $N_F / N_E = 0.5$ をもって文字の見え方の評価基準とすることができる。

5. むすび

網膜上に結像した文字指標を標本化し、その N_F / N_E 特性を調べ、それが0.5となることを良好な見え方の基準とすることが適当であろうとの結論が得られた。この結果は良好な見え方をする文字の大きさ、字形、観測距離、照度の決定

等に利用できるものと思われる。



図1 漢字の標本化図形

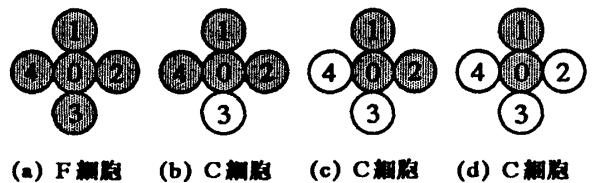


図2 刺激を受けた視細胞の分類

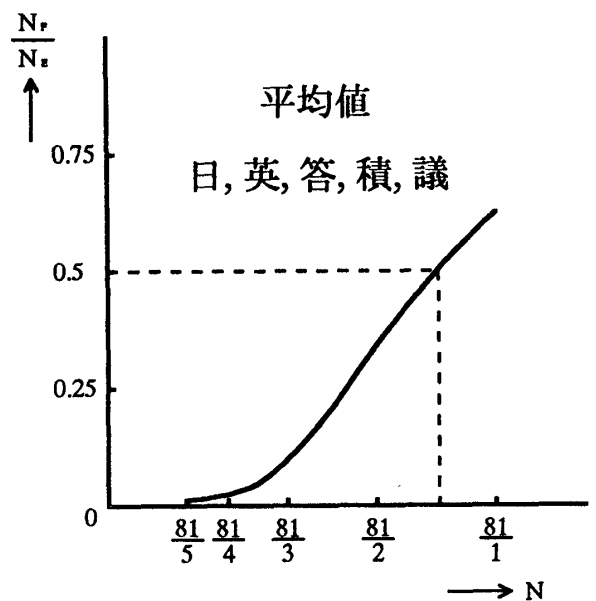


図3 標本化文字の見え方の評価