

計算機による美の扱いの試み

理化学研究所

佐々木睦子

Mutsuko Sasaki

佐々木建昭

Tateaki Sasaki

はじめに

コンピュータ・アートの名称は昔からよく知られており、またコンピュータが生成した音楽や絵は、既に計算機の専門家以外の人にも広く知れわたっている。実際、計算機が生成した絵を見ると、人間が生成した絵とは随分と趣きが異なるものであり、知らない人は計算機も本当に進歩したものだと驚く。しかし、音楽はともかくも、絵画においては、現在の計算機は到底"知的"とは呼べない。従来のコンピュータ・アートは、計算機が生成したのではなく、計算機を道具として人間によって生成されたというべきである。即ち、計算機は美を判断する能力を全くと言ってよいほど持っていないのである。

美などの概念を計算機で扱うのは、人工知能の問題としては非常に興味あるテーマである。その割に研究例が少ないのは、美が非常に漠然とした概念であり計算機処理には適さない、と思考が短絡するからであろうか？あるいは、難し過ぎると敬遠されたのでであろうか？筆者らの知る限りでは、研究の現状は、画像に対する文法的分析法を利用して、絵画における美を分析している段階であって、未だ"美しい"絵を生成するという段階には至っていない。本報告では、我々は未熟な方法ではあるが、絵を生成することを試みる。但し、現在のところ、扱うのは絵の構図だけであり、細部構造とか色とかきめは考へない。絵においては、構図はまず最初に決定されるべき性質であるのみならず、美にとって最も重要な性質であるからである。

扱いを構図だけに限っても、現実の絵画では多数の場合がある。そこで、本報告では、絵画の構成要素は形状と重みが与えられた有限個の物体であるとする。この単純化のもとでは、よい構図とは、与えられた物体をいかに美しく配置するかである。この問題に対して、我々は、物体の位置を変数とする"Beauty関数"なるものを導入し、Beauty関数を最大化することにより、最も"美しい"配置が決まるものと定式化した。第I節で、美を計算機で扱うための我々の基本戦略を述べ、第II節で各画の分析法とその結果を、第III節でBeauty関数の決定と構図の生成法を与える。我々の方法のテストは第IV節で行い、その結果を踏まえて、第V節でBeauty関数を再検討して、今後の研究の方向を述べたい。

I. 美に対する基本戦略

我々は、美しい構図には共通の特徴(あるいは、幾つかの特徴のうちの一つ)があると考え。この考えは多くの人の反響を招く: 美とは極めて主観的な概念であり、美に共通の特徴などありはしないと。しかし、美人は大抵の人が見て美しいということは、美の基準が主観的というよりも客観的であることを示しているといえよう。(美の基準と"好き嫌い"の基準に注意。後者は前者に比較してはるかに主観的要素が強い。)そこで、我々の基本戦略は、名画から共通の特徴を抽出し、それらを美の必要条件として絵を生成しようということである。共通の特徴を満たすことが美の十分条件であれば申し分ないが、特徴の抽出方法を

よほど工夫しないと十分条件は得られないであろう。

この戦略を音楽を例にとって具体的に説明しよう。もを時間座標とし、 $f(t)$ がメロディを表わすとする。 $f(x)$ のフーリエ変換を $g(v)$ 、 v は振動数とする。よく知られたメロディのなかから勝手に選んだ一つを f として、 g を計算すれば、比較的広い範囲の $|v|$ の値に対して

$$|\operatorname{Re} g(v)|, |\operatorname{Im} g(v)| \leq g_0 / |v|. \quad (1)$$

なる関係が成立することがわかる。さらに、 $g(v)$ の高振動数部分は小さいことが認められる。従って、これらの性質は、よいメロディの共通の特徴であり、よいメロディであるためには、これらの性質が満足される必要があると考えられる。このことから、これらの性質が満足されるようにメロディ生成をアルゴリズム化すれば、出来上がったメロディは、たとえばランダムに生成したメロディなどに比べると、はるかによいものになっているであろう。勿論、芸術性の高いメロディを生成するには、上述の性質だけでは不十分なのは明らかで、細かい技術のインプリメンテーションが必要である。しかし、よいメロディであるための最も基本的な性質を組込むことは、それだけで計算機にかなりの知性を植え付けることになる。

名画の特徴を抽出する方法を考えよう。音楽では、音の高低(と強弱)の比較的短い時間内の変化と長い時間間隔での統一が、専ら処理の対象となる。従ってフーリエ変換法が有効な手法であることがわかる。一方、絵画の構図を決めることは、正方形に近いキャンバス上に、キャンバスの大きさに比して極端に小さくない主要構成要素(せいぜい10個程度)を配置することであり、空間の釣り合い、全体と部分との調和、統一の中の変化などが重要な処理の対象となる。従って、フーリエ変換は有効な手法とは考えられず、分布の解析法が最も適当と考えられる。即ち、名画をその主な構成要素のキャンバス上における分布という観点から分析し、要素の分布の平均値、分散、共分散などの諸量で名画を特徴づけようというのである。

II. 名画の分析

我々は未だ“色”を扱うまでには至っていないので、名画の分析においても、白黒の絵として分析した。

横座標を x 、縦座標を y とし、キャンバスは $-1 \leq x \leq 1$ 、 $-1 \leq y \leq 1$ の正方形に規格化する。(実際の絵画は正方形キャンバスでないことが大部分だが、その場合は縦方向と横方向では伸縮係数を変えて規格化すればよい。) 座標点 (x, y) における絵の濃淡度を $f(x, y)$ とすれば、白黒の絵画は、密度関数 $f(x, y)$ で記述される:

$$f(x, y) \geq 0, \quad -1 \leq x, y \leq 1.$$

実際の絵を $f(x, y)$ に変換するには、絵を picture digitizer で読めばよい。各々の絵には、全体的に濃いか、淡いかのバイアスがかかっている。そこで、密度関数 f は積分値が1になるように規格化してバイアスを除く:

$$\int_{-1}^1 \int_{-1}^1 f(x, y) dx dy = 1.$$

構図を分析するという我々の場合には、濃度の規格化に加えて、さらに、もう一つの前処理が必要である。即ち、構図を構成する主要構成物の抽出である。これを厳密に実行するのは複雑な処理プログラムを必要とするので、我々は厳密ではないが簡便な方法を用いた。密度関数 f の分散を σ^2 とする：

$$\sigma^2 = \int_{-1}^1 \int_{-1}^1 \{ f(x, y) - 1 \}^2 dx dy. \quad (3)$$

(f の平均値は1であることに注意。) σ が大きいと、絵の濃淡がはっきりしており、絵の構成要素がはっきりと区別できる。逆に σ が小さいと、絵の濃淡がはっきりしない。そこで、密度関数 f をその分散がほぼ一定の値になるように変換する(言いかえると、濃淡のコントラストを規格化する)。次式に与える f_1 と f_2 が変換後の密度関数である：

$$f_1(x, y) = \begin{cases} 4\sigma, & \text{if } f > 1 + 2\sigma, \\ f - 1 + 2\sigma, & \text{if } 1 + 2\sigma \geq f \geq 1 - 2\sigma, \\ 0, & \text{if } 1 - 2\sigma > f, \end{cases} \quad (4)$$

$$f_2(x, y) = \begin{cases} 2\sigma, & \text{if } f > 1 + \sigma, \\ f - 1 + \sigma, & \text{if } 1 + \sigma \geq f \geq 1 - \sigma, \\ 0, & \text{if } 1 - \sigma > f. \end{cases} \quad (4')$$

(変換後の密度関数 f_1 と f_2 は、(2)を満足するように再規格化する。) f_1 は密度関数 f を、平均値から 2σ 以上ずれた部分を切り捨て、残った部分を0から 4σ の間に分布するようにずらしたものである。 f_2 は f_1 より更にコントラストを極立たせるようにしたものである。これにより、濃度の淡い構成要素は切り捨てられるから、それらは主要構成要素とは見なされない。(黒のバックに白く主要構成物が描かれている絵は、白黒を逆転すればよい。)

$Z = Z(x, y)$ を x と y を変数とするある変量とする時、密度関数 $f(x, y)$ に対する Z の平均値を $E(Z)$ で表わす：

$$E(Z) \equiv \int_{-1}^1 \int_{-1}^1 Z(x, y) f(x, y) dx dy.$$

分布論においては、 $Z = x^m y^n$ 、 m と n は負でない整数、の場合が最も重要であり、その場合 $E(Z)$ はモーメント又は積率と名付けられている。すべての次数のモーメントを計算することは、2次元Legendre直交多項式による、すべての展開係数を計算することに等価だから、分布をすべて規定するのに等しく、2次元フーリエ変換をするのに等価である。しかし、分布論の経験によると、分布の大雑把な特徴は低次のモーメント、例えば平均値と分散だけで規定できる。従って、非常に高次のモーメントは計算する必要はない。

分析のために用いた名画は次の通りである(最後の二つは名画の評価を受けている訳ではないが、比較のために調べてみた)。

- P1: "The birth of venus" by S. Botticelli,
- P2: "Mona Liza" by L. Da Vinci,
- P3: "Madonna with the Goldfinch" by Raphael Sanzio,
- P4: "Liberty leading the people" by E. Delacroix,
- P5: "Grande Odalisque" by J.A. Dominique Ingres,
- P6: "The gleaners" by J.F. Millet,

- P7: "Déjeuner sur l'herbe" by É. Manet,
 P8: "The starry night" by V.V. Gogh,
 P9: "Sunday afternoon on the island of la Grande Jatte" by G. Seurat,
 P10: "White prunes in the spring" by Ogata Korin,
 P11: "Three musicians" by P. Picasso,
 P12: "The great wave, from thirty-six views of Mt. Fuji" by Katsushika Hokusai,
 P13: "My portrait" by M. Sasaki,
 P14: "Nemophila" by M. Sasaki.

これらの各々の絵に対して、密度関数 f_1 と f_2 を計算し、種々の低次のモーメントを計算した。その結果をまとめたのが表1(次ページ)である。表1で average とあるのは、各々の絵に対して計算された $E(x)$ をすべての絵に対して平均したものであり、variance σ^2 とは、異った絵の間での $E(x)$ のばらつきである。 f_1 に対する variance より f_2 に対する variance の方が大きいのは、 f_1 より f_2 の方が濃淡のコントラストがより大きいからである。表1において、 $E(x^2 y_c)$ は x 軸の周りでの x のモーメントを表わし、 $E(y^2 x_c)$ は y 軸の周りでの y のモーメントを表わす。

表1から、我々の分析した名画では、モーメントの値は絵によって大差ないことが見てとれる。従って、表1に現われている分布の性質は、名画に共通の特徴であるとみなしてよさそう。これらの特徴のいくつかを列記し、その意味を考察しよう。

1. $E(x) \simeq 0$. これは、キャンバスの中心に対して、左右の重みが平衡していることが重要であることを主張する。
2. $E(y) \simeq -0.1$. これは、全体の重みがキャンバスの中心よりやや下にあり、従って、絵全体に安定感があることの重要性を主張する。
3. $E(x^2) \simeq E(y^2) \simeq 0.34$. 一様分布に対しては、 $E(x^2) = E(y^2) = 1/3$ であることを考慮すると、これは絵の構成要素がキャンバスの全面に描かれるべきであることを主張する。(素人の撮った人物写真の多くは、画面の中心に人がポツンと小さく写っているが、それはよくないことがわかる。)但し、我々の分析では、背景も構成要素とみなされていることに注意されたい。

Ⅲ. 構図の自動生成アルゴリズム

前節の結果を基に、構図の自動生成を試みる。但し、既にたびたび簡単化を行ってきたように、本節においても絵は単色であるとし、絵の主な構成要素は、その形状と重みが与えられるものとし、計算機のなすべきことは、それらをいかに"美しく"配置するかであるとする。

前節においてはやや高次のモーメントも計算したが、高次のモーメントから極だった特徴は見いだせない。従って、名画における構成要素の分布の特徴づける上で、 x あるいは y の3次以上のモーメントを無視する。残りの変量

$$x, y, x^2, y^2, xy, x^2y, xy^2, x^2y^2, \\ x/(1+4y^2), y/(1+4x^2), x^2/(1+4y^2), y^2/(1+4x^2)$$

を順にそれぞれ $z_1, z_2, \dots, z_{12}$ と略記する。前節の結果によれば、 $E(z_i)$ を

表 1

	data for pictures using $f_1(x,y)$		data for pictures using $f_2(x,y)$		uniform/random distribution	
	average	variance σ	average	variance σ	average	$\frac{i}{i+1} \sqrt{\frac{1}{2i+1}}$
$E(x)$	-0.0069	0.0562	-0.0102	0.0834	0.0	0.2887
$E(y)$	-0.0794	0.0728	-0.1251	0.1176	0.0	0.2887
$E(x^2)$	0.3409	0.0249	0.3424	0.0364	0.3333	0.2981
$E(y^2)$	0.3502	0.0246	0.3560	0.0362	0.3333	0.2981
$E(x^3)$	-0.0031	0.0326	-0.0047	0.0493	0.0	0.2835
$E(y^3)$	-0.0451	0.0413	-0.0702	0.0665	0.0	0.2835
$E(x^4)$	0.2072	0.0204	0.2090	0.0285	0.2	0.2667
$E(y^4)$	0.2170	0.0195	0.2232	0.0294	0.2	0.2667
$E(x^5)$	-0.0010	0.0231	-0.0023	0.0352	0.0	0.2513
$E(y^5)$	-0.0314	0.0290	-0.0481	0.0461	0.0	0.2513
$E(x^6)$	0.1494	0.0168	0.1511	0.0232	0.1429	0.2377
$E(y^6)$	0.1584	0.0153	0.1643	0.0235	0.1429	0.2377
$E(x^7)$	0.0003	0.0182	-0.0007	0.0276	0.0	0.2259
$E(y^7)$	-0.0243	0.0225	-0.0366	0.0351	0.0	0.2259
$E(x^8)$	0.1169	0.0143	0.1186	0.0196	0.1111	0.2156
$E(y^8)$	0.1251	0.0123	0.1306	0.0194	0.1111	0.2156
$E(x^9)$	0.0012	0.0152	0.0003	0.0229	0.0	0.2065
$E(y^9)$	-0.0200	0.0185	-0.0296	0.0284	0.0	0.2065
$E(x^{10})$	0.0961	0.0124	0.0977	0.0170	0.0909	0.1984
$E(y^{10})$	0.1036	0.0102	0.1086	0.0164	0.0909	0.1984
$E(xy)$	-0.0071	0.0153	-0.0091	0.0235	0.0	
$E(x^2y)$	-0.0287	0.0229	-0.0448	0.0372	0.0	
$E(xy^2)$	-0.0040	0.0146	-0.0056	0.0215	0.0	
$E(x^2y^2)$	0.1187	0.0102	0.1211	0.0154	0.1111	
$E(xy_c)$	-0.0047	0.0673	-0.0071	0.1006	0.0	0.2887
$E(yx_c)$	-0.0771	0.0774	-0.1217	0.1239	0.0	0.2887
$E(x^2y_c)$	0.3371	0.0273	0.3367	0.0390	0.3333	0.2981
$E(y^2x_c)$	0.3499	0.0249	0.3552	0.0364	0.3333	0.2981

Table I. Results of analysis of pictures. Note that not σ^2 but σ is shown as the variance. The x_c and y_c denote $1/(1+4x^2)$ and $1/(1+4y^2)$, respectively. The numbers on the left side in the rightmost column are $E(z_i)$'s in the uniform and the random distributions, and those on the right side are their approximate variances in the random distribution (i is the degree of the moment).

多くの名画について計算した時, $E(z_i)$ の分布は平均値 μ_i , 分散 σ_i^2 の正規分布 $N(E(z_i); \mu_i, \sigma_i^2)$ で近似できると考えられる:

$$N(E(z_i); \mu_i, \sigma_i^2) = \frac{1}{\sqrt{2\pi} \sigma_i} \exp \left\{ -\frac{(E(z_i) - \mu_i)^2}{2\sigma_i^2} \right\}. \quad (6)$$

$E(z_i)$ だけに限って言えば, $E(z_i)$ の値が μ_i に近い程, よい構図ということができる。そこで, $N(E(z_i); \mu_i, \sigma_i)$ の積を B と表わし "Beauty 関数" と名付ける:

$$B(E(z_1), \dots, E(z_{12})) = \prod_{i=1}^{12} N(E(z_i); \mu_i, \sigma_i) \\ = \left(\prod_{i=1}^{12} \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma_i} \right) \exp \left\{ -\sum_{i=1}^{12} \frac{(E(z_i) - \mu_i)^2}{2\sigma_i^2} \right\}. \quad (7)$$

構成要素の形状と重みが与えられている我々の場合, B はすべての構成要素の座標の実関数となる。従って, B を最大にするように各構成要素の座標を決めれば, それがいよい構図を与えるということが出来る。

B が最大であるためには, B の指数関数の引数である次式

$$G(E(z_1), \dots, E(z_{12})) = \sum_{i=1}^{12} C_i^2 (E(z_i) - \mu_i)^2, \quad C_i \equiv \frac{1}{\sqrt{2}\sigma_i}, \quad (8)$$

が最小であればよい。この種の最小化問題はよく研究されており, 標準的サブルーチンも完備している。

以上で数式化は完成した訳であるが, 実際に構図を生成するためには, いくつかの実際の問題への対処法を考えておく必要がある。実際問題とは,

1. いくつかの構成要素の位置を固定したい場合が多々ある;
2. いくつかの構成要素の相対位置を固定したい場合が多々ある;
3. 各構成要素はキャンバス内に配置されなければならない;
4. 構成要素の数が多し時, 最小化のためのサブルーチンはうまく働かないか, あるいは非常に計算時間を必要とする。

問題1と2は単純であるから, ここではとりあげない。問題3は, G の替りに次式で与える関数 $\tilde{G}$ を最小化することにより解決される:

$$\tilde{G}(E(z_1), \dots, E(z_{12})) = G(E(z_1), \dots, E(z_{12})) + C_{13}^2 E(z_{13})^2, \quad (9) \\ z_{13} = \max[|x| - 0.95, 0] + \max[|y| - 0.95, 0].$$

z_{13} はキャンバスの内部で0で, 縁から外に行くにつれて急激に大きくなるから, 物体がキャンバスの外に配置されるのを押える効果を持つ。第4の問題は深刻であるが, 絵の構成要素のうち真に重要なものはそう多くないことに注意すれば, 現実的に対処できる。即ち, 各構成要素を重さの順に番号付けておき, 最初に1, 2, ..., 5までの要素だけで $\tilde{G}$ を最小化, 次で1, 2, 3を固定し, 4, 5, 6の要素を動かして $\tilde{G}$ を最小化, 次には5, 6, 7の要素を動かして... というように要素を配置していくのである。

IV. 実験

前節に与えたアルゴリズムを二つの場合についてテストしてみた。一つは "背景" を考慮した場合で, 最小化関数 G として次式の G_A を用いた:

$$G_A = \sum_{i=1}^{12} C_i^2 (E(z_i) - \mu_i)^2,$$

$C_1 = 10,$	$\mu_1 = 0.0$
$C_2 = 7,$	$\mu_2 = -0.080$
$C_3 = 40,$	$\mu_3 = 0.28$
$C_4 = 35,$	$\mu_4 = 0.30$
$C_5 = 50,$	$\mu_5 = 0.0$
$C_6 = 30,$	$\mu_6 = -0.025$
$C_7 = 35,$	$\mu_7 = 0.0$
$C_8 = 70,$	$\mu_8 = 0.080$
$C_9 = 8,$	$\mu_9 = 0.0$
$C_{10} = 6,$	$\mu_{10} = -0.100$
$C_{11} = 40,$	$\mu_{11} = 0.28$
$C_{12} = 35,$	$\mu_{12} = 0.32$

パラメータ C_i と μ_i は表1から決めたものである。もう一つは"背景"を考慮しない場合で、最小化関数として G_B を用いた。 G_B は G_A と比べて、 $\mu_3 = 0.24$, $\mu_4 = 0.25$, $\mu_{11} = 0.22$, $\mu_{12} = 0.25$ であることだけが異なる。即ち、構成要素の分布の分散を小さくするようにしてある。(そうしなければ、構成要素がキャンバスの縁に近く配置されてしまい、まとまりを欠いた構図になってしまう。このことから、背景の重要性がわかる。)

図1-a, bに、背景を考慮した場合の実験結果を示す。図において、隅の三角形は背景として固定され、計算機は残りの正方形を配置した。三角形および正方形の大きさと重みは入力データとして与えた。図では、重みに比例して同心形を描き重みを表現してある。

図1-a

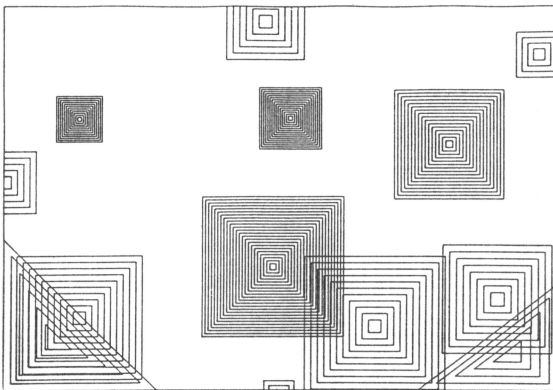
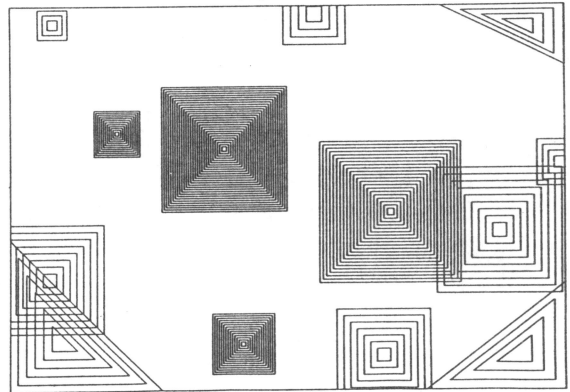


図1-b



隅の三角形を背景として固定し、他の四角形を関数 G_A を用いて配置したもの。各図形の重みはその濃度により表現されている。

図2-a, bには、背景を考慮しない場合の実験結果が示してある。即ち、この場合には、すべての正方形の位置が計算機によって決定された。この結果をどう見るかは様々であろうが、例えばランダムに配置した構図に比べれば、はるかによい事は確かである。

図2-a

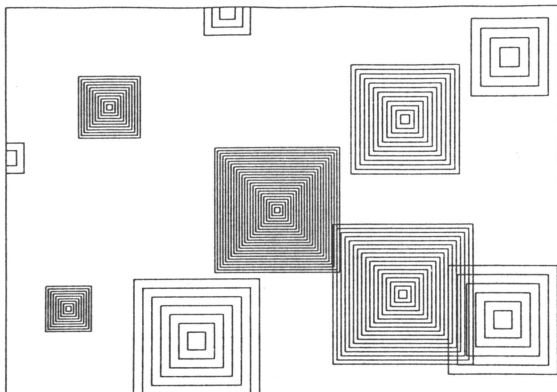
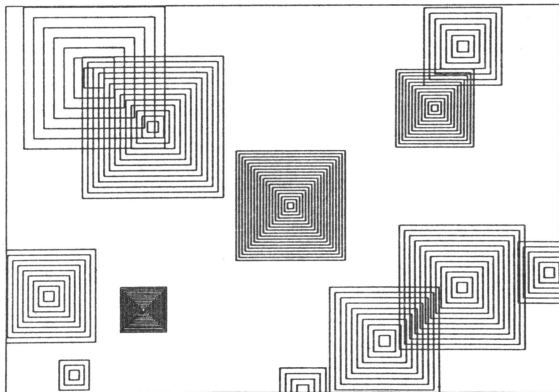


図2-b



すべての四角形を関数 G_B を用いて配置したもの
(背景を考慮しない場合)

さて、構図の基本は"統一と変化"であると言われている。統一がとれていないと、絵は人に不安感や不快感を与える。かといって、絵が余りにも整然と統一されすぎていると、人はその絵に興味を示さないか、あるいはすぐに退屈してしまう。我々の実験例では、変化は入力図形における多様性として与えられているにすぎない。今の場合、入力図形はすべて正方形か、あるいはせいぜい三角形が含まれているだけで、変化の程度は非常に少ない。図1あるいは2がおもしろいと感じられないのはそのためである。

そこで図1あるいは2とほぼ同じ条件下で、構図の変化を強調してみよう。変化を強調する方法は、色の対比を利用する、非対称や不均衡など構図の統一性を破る性質を導入するなどいろいろある。ここでは、上述の実験結果と比較するため、構成要素の配置に対する変化は最小限にとどめ、一部の要素の形状を変更して絵に"焦点"を持たせることにより、変化を強調することにする。

図3-a, b (次ページ)と図4-a, b (次ページ)は、図1-a, bと図2-a, bにおける図形のうち、それぞれ2個の図形の形状を変え重みを重くして、"黄金分割点"に重ねて配置したものである。残りの正方形は図1, 2と全く同じで、計算機により自動的に配置された。黄金分割点に主要な要素を配置することにより、構図には変化が人為的に導入されたことになり、さらに形状をかえ重みを増やすことにより、人の目にはその変化が強調され絵に焦点が導入されたことになる。図1, 2と比較すると、図3, 4の構図がはるかに優れていることが素人目にもよく理解できる。

図3-a

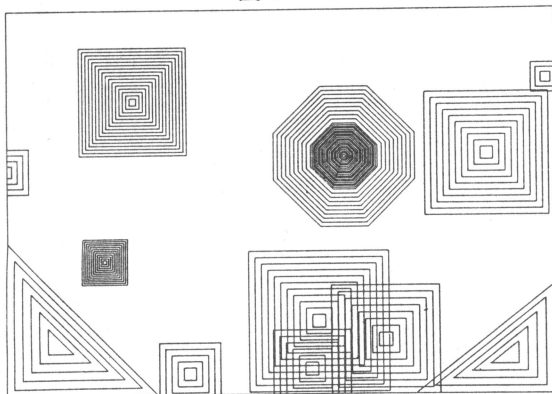


図3-b

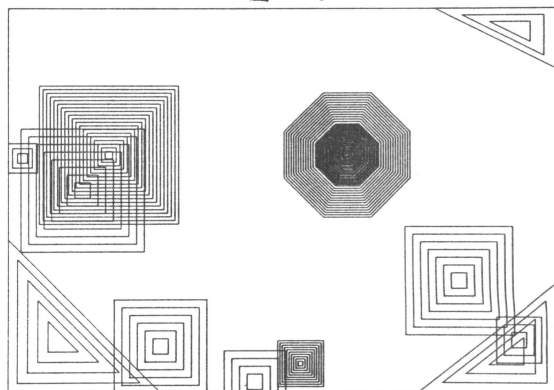


図1の二つの四角形を八角形にして、黄金分割点に固定した以外は、図1と全く同じ条件で関数Gaにより他の四角形を配置したもの

図4-a

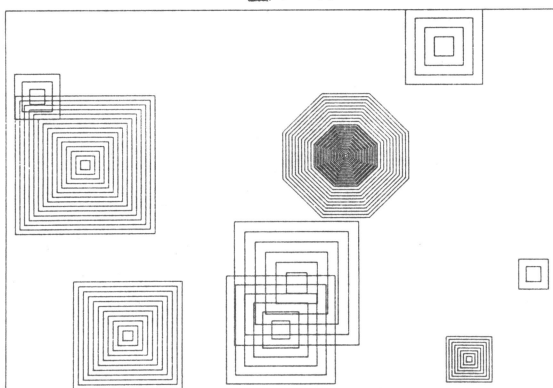


図4-b

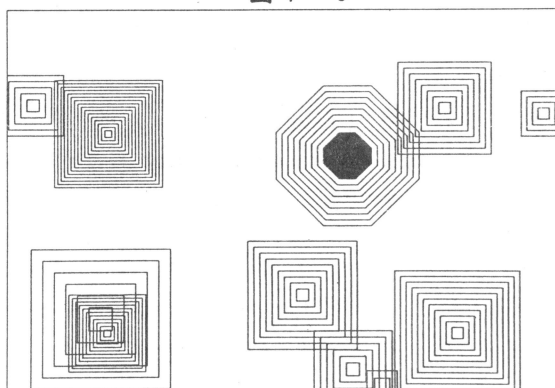


図2の二つの四角形を八角形にして、黄金分割点に固定した以外は、図2と全く同じ条件で配置したもの

V. 考察

図1, 2に与えた構図に対して、図3, 4に与えた構図が何故よいかの理由を探ろう。そのため、図3, 4において、正八角形図形を正方形で置き換えた場合を想像する。この場合、構図は図1, 2におけるそれよりも変化に富んではいるものの、おもしろさは大部分消滅してしまう。特に、図3-aは統一がくずれ過ぎて良くないと感じるほどである。しかし、正八角形にして主要素を強調すると、途端におもしろさが生じ、特に図3-aは一番興味深い構図に変わってしまう。構成要素の配置のアンバランスが、主構成要素に大きな重みがかかることにより、丁度釣合のとれた配置に変化するのである。このことは、絵においては焦点がいかに重要であることを示している。即ち構図の良し悪しは、単に構成要素の配置の

みでなく、絵のモチーフ、即ち絵の制作者の意図が見る人に与える心理的效果にも大きく依存することがわかる。

モチーフは計算機が決定する事柄ではないと思う。例えば、赤色を多用し情熱を表現したいとか、逆三角形構図を用いて見る人に強烈な印象を与えたいという制作者の意図は、計算機にとっては多数の可能性の中の一つを選択するにすぎない。しかし、一旦モチーフが決定されれば、例えば静寂を表現することがモチーフならば、計算機に青みがかった配色をさせることは出来よう。

構図を決定するという問題に対する我々の方法を見直し、今後の研究の手がかりを探っておこう。

我々はBeauty関数を、構成要素の分布のモーメントを多数の絵に対して平均化することにより決定してきた。この平均化の操作は構成要素の位置の相関を消してしまう。一方、絵の構図における変化性は構成要素の位置の相関にはかならない。従って、我々は構図の変化性を無視し統一性のみを強調する形でBeauty関数を決定してきたことになる。これではBeauty関数からよい構図を得ることはできない（実際、図1と2では統一がとれすぎておもしろくなかった）。

それ故、現在は、相関を考慮してBeauty関数を定義し直すことに取り組んでいる。この改善されたBeauty関数は、構図における“統一と変化”の両方を取り込むので、図3と4に示したごとくに、よい構図を与えてくれるものと期待している。

相関を考慮することにより、色の効果も扱うことが可能になろう。色が構図にどう関わるかは、単に色づけによる構成要素の強調にとどまらず、異った色を配する対比や共鳴の効果、全体の色彩による感情の表現など、実に多彩である。これらのうち、対比や共鳴が相関関数により処理可能になる。



本 PDF ファイルは 1982 年発行の「第 23 回プログラミング・シンポジウム報告集」をスキャンし、項目ごとに整理して、情報処理学会電子図書館「情報学広場」に掲載するものです。

この出版物は情報処理学会への著作権譲渡がなされていませんが、情報処理学会公式 Web サイトに、下記「過去のプログラミング・シンポジウム報告集の利用許諾について」を掲載し、権利者の検索をおこないました。そのうえで同意をいただいたもの、お申し出のなかったものを掲載しています。

https://www.ipsj.or.jp/topics/Past_reports.html

過去のプログラミング・シンポジウム報告集の利用許諾について

情報処理学会発行の出版物著作権は平成 12 年から情報処理学会著作権規程に従い、学会に帰属することになっています。

プログラミング・シンポジウムの報告集は、情報処理学会と設立の事情が異なるため、この改訂がシンポジウム内部で徹底しておらず、情報処理学会の他の出版物が情報学広場 (=情報処理学会電子図書館) で公開されているにも拘らず、古い報告集には公開されていないものが少からずありました。

プログラミング・シンポジウムは昭和 59 年に情報処理学会の一部門になりましたが、それ以前の報告集も含め、この度学会の他の出版物と同様の扱いにしたいと考えます。過去のすべての報告集の論文について、著作権者（論文を執筆された故人の相続人）を探し出して利用許諾に関する同意を頂くことは困難ですので、一定期間の権利者搜索の努力をしたうえで、著作権者が見つからない場合も論文を情報学広場に掲載させていただきたいと思います。その後、著作権者が発見され、情報学広場への掲載の継続に同意が得られなかった場合には、当該論文については、掲載を停止致します。

この措置にご意見のある方は、プログラミング・シンポジウムの辻尚史運営委員長 (tsuji@math.s.chiba-u.ac.jp) までお申し出ください。

加えて、著作権者について情報をお持ちの方は事務局まで情報をお寄せくださいますようお願い申し上げます。

期間： 2020 年 12 月 18 日 ~ 2021 年 3 月 19 日

掲載日： 2020 年 12 月 18 日

プログラミング・シンポジウム委員会

情報処理学会著作権規程

<https://www.ipsj.or.jp/copyright/ronbun/copyright.html>