マイクロコンピュータを利用した 織物組織の探索に関する研究

大阪市立大学 生活科学部 三 平 和 雄 (会員)
" " 墨 谷 匡 子*

Study on the Information Retrieval on the Design of Fabric Structures by Using a Micro Computer.

Kazuo Mihira and Kyoko Sumitani,

Faculty of Science of Living, Osaka City University,
Sumiyoshi-ku, Osaka.

Abstract

In order to apply a technique of the information retrieval to the design of fabric structures, a proposal has been made to search any given desired fabric structure by using a micro computer on the basis of a mathematical theory. The periodical model series, $\{M_k\}$, limited by the parameters I and J and its output series, $\{O_k\}$, have been obtained by the following formulae:

$$\begin{aligned} M_{k+1} &= M_k - I, \text{ if } M_k \geq 1 & O_k &= 1, \text{ if } M_k \geq 1 & \text{where,} \\ &= M_k + J, \text{ if } M_k < 1 & &= 0, \text{ if } M_k < 1 & k=1, 2, \dots \end{aligned}$$

Two-dimensional patterns can be illustrated on a T. V. display from a micro computer by overlaying the series, $\{O_k\}$, with separated numbers, n . Properties of patterns shown on a display have been discussed in relation to the parameters, I , J and n , and the kind of fabric structures.

(Received March 22, 1980)

摘 要

目 的 数論にもとづく織物組織論を織物のデザインに利用するために、マイクロコンピュータを使用して織物意匠や色彩を探索する方法を提案した。

成 果 パラメータ I , J によって制約される周期的数列モデル $\{M_k\}$ に対して、これを 0, 1 で出力する数列 $\{O_k\}$ を

$$\begin{cases} M_{k+1} = M_k - I & (M_k \geq 1) \\ = M_k + J & (M_k < 1) \end{cases}, \quad \begin{cases} O_k = 1 & (M_k \geq 1) \\ = 0 & (M_k < 1) \end{cases}$$

のように設定し、 O_k を打ち切り数 n で重畳することによって 2 次元パターンを生成する方法を示した。つぎに I , J および n をあててマイクロコンピュータにより 2 次元パターンをテレビ画面上に表出する方法を示した。さらに 2 次元パターンのもつ性質を考察し、提案した数列モデルに依存する織物組織の成立条件および規則性を明らかにした。(昭和55年3月22日受理)

1. ま え が き

織物組織の理論的研究は、我国では田中¹⁾ および呉、松橋、篠原²⁾ の数論を基礎とした業績に代表され、あらためてこれらを整備統合した篠原³⁾ による「織物組織論」

の華麗な解説がある。しかし、篠原ものべているように、数論的な考え方なしい表現に対しては非実用的という批判もあり、織物組織論が織物意匠や色彩の開発に利用されないのは遺憾なことである。織物組織はあらたに意匠が公開されるかあるいは自由に探索することのできる試

* 現在、東亜紡織勤務

みが紹介されて、はじめて利用できる。そしてそれについて先達の教唆は簡単であった。すなわち2進法で表現される0, 1数列を n 個の打ち切り数をあたえて重畳し、その中から製織可能な完全意匠図を見出すことである。篠原ら²⁾は一例を既に 3×3 の組織図で示され、いまでは一般に $m \times n$ 行列のパターンでも大型電算機で探索することが可能である。このような時代になると、織物組織や色彩図がコンピュータアートの一分野に属することになるが、それがなお実用化されないのは、たとえば俳句が50¹⁷通りの組合せの一つであらわされるというのに似ているからであろう。

そこで筆者らは0, 1数列になんらかの制限を設けて、2次元パターンを生成し、その中から織物組織を表出するものをマイクロコンピュータによって簡単に探索する方法を考察した。もちろん0, 1数列に設ける制限は幾通りもあると思われるが、筆者らはここではまったく簡単でしかも従来の意匠論の中にある織物組織をかなり表出できる方法として、つぎのような方法を提案した。

2. 数列モデルの提示とパターンの生成

一般に M の数列 $\{M_k: k=1, 2, \dots\}$ は初期値 M_0 および (I, J) によって定まるとする。そして出力の0, 1を生成する数列を $\{O_k: k=0, 1, \dots\}$ とおく。そのとき

$$\left. \begin{array}{l} \text{(i) } M_k \text{ の内部状態推移} \\ M_{k+1} = M_k - I \quad : \text{if } M_k \geq 1 \\ \quad = M_k + J \quad : \text{if } M_k < 1 \\ \text{(ii) 出力 } O_k \\ O_k = 1 \quad : \text{if } M_k \geq 1 \\ \quad = 0 \quad : \text{if } M_k < 1 \\ \text{(ここに } k=1, 2, \dots) \end{array} \right\} \dots \dots \dots (1)$$

なる周期性の制限を設ける。

2.1 $\{M_k\}$ の周期の決定および基本単位状態数列の設定

いま (I, J) において、 $I \geq J$, $M_0 > M_1$ とすると、 M_0 には $1, 2, \dots, J$ のケースがありうるから

$$M_1 = M_0 - I \leq J - I \leq 0$$

また M_1 の可能な最下限値は $M_0=1$ の場合で $M_1=1-I$ となるから、一般に周期的な $\{M_k\}$ 数列の各値は $J \geq M_k > 1-I$ の範囲にあり、したがって M_k の可能な異なるState数は

$$J - (1 - I) + 1 = I + J \dots \dots \dots (2)$$

である。

そこである繰返し数 k における M_k の値に対応した状態ベクトル x_k を

$$x_k = \begin{pmatrix} 0 \\ \vdots \\ 0 \\ 1 \\ 0 \\ \vdots \\ 0 \end{pmatrix} \begin{array}{l} \text{1番目} \\ \\ \\ (J - M_k + 1)\text{番目} \\ \\ \\ (I + J)\text{番目} \end{array}$$

とあらわし、 M_k の推移をベクトル x_k の推移とみると

$$x_{k+1} = T x_k \dots \dots \dots (3)$$

とあらわされる。ここで T は行列

$$1 \dots j \dots J (J+1) \dots (I+J)$$

$$T = \begin{pmatrix} 1 \\ \vdots \\ I \\ (I+1) \\ \vdots \\ (I+J) \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 0 \dots 0 \dots 0 & 1 \dots 0 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ 0 \dots 0 \dots 0 & 0 \dots 1 \\ 1 \dots 0 \dots 0 & 0 \dots 0 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ 0 \dots 1 \dots 0 & 0 \dots 0 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ 0 \dots 0 \dots 1 & 0 \dots 0 \end{pmatrix}$$

である。この表現によると

$$x_k = T x_{k-1} = T^2 x_{k-2} = \dots = T^k x_0$$

となり、 $\{M_k\}$ の基本周期を K とすると

$$x_K = T^K x_0 = x_0$$

が成立することになる。したがって

$$T^K = 1 \quad (1 \text{ は単位行列}) \dots \dots \dots (4)$$

なる最小の正整数 K を求めれば周期となる。

ゆえに種々の初期値 $M_0 (J \geq M_0 > 1 - I)$ に対応した x_0 を設定することにより、長さ K をもつ基本単位状態数列 $\{M_k: k=0, 1, \dots, K-1\}$ が求まる。

たとえば $(I, J) = (5, 2)$ とすれば

$$T = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}, \quad T^2 = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix},$$

$$\dots \dots \dots T^7 = \begin{pmatrix} 1 & & & & & & \\ & 1 & & & & & \\ & & 1 & & & & \\ & & & 1 & & & \\ & & & & 1 & & \\ 0 & & & & & 1 & \\ & & & & & & 1 \end{pmatrix}$$

で周期 $K=7$ となり、基本単位状態数列 $\{M_k: k=0, 1, \dots, K-1\}$ は初期値による始点のローテーションの認識性を残して一意に定まり、

$$(2, -3, -1, 1, -4, -2, 0)$$

したがって基本単位出力数列 $\{O_k: k=0, 1, \dots, K-1\}$ は

$$(1, 0, 0, 1, 0, 0, 0)$$

であらわされ、 M_k 数列は限りなく

かんにかかわらず 1, 0 を逆にして等価である。

3.2 $(I, J) \approx p(I_0, J_0)$

たとえば (16, 12) は既約した (4, 3) のパターンと同一である。

3.3 $I+J=K$ と n との関係

$R = \text{MOD}(n, K)$ が種々変化する K と n との関係は図 2 に示す規則性をもつ。いま打ち切り数 n を 2 から順次増加すると、図に示すように $n < K$ するときのパターンは $n > K$ のパターンの初めの部分と同じであり、また $n > K$ のパターンの後の部分も同じである。それ故 $I+J=K$ があたえられたとき n の変化に対しては製織不能のものを含めて $K \times K$ の K 種のパターンを考察すれば十分である。図 1 のプログラムでは $n > K$ において $K \times (n-R)$ パターンのみをディスプレイするようにしてある。なお、このパターンの中には前述の (5) 式に指摘した縮小されるパターンも含まれる。

3.4 製織しないパターンの条件

つぎの (a) ~ (e) の場合は一重織物の組織を構成しない。

- (a) $R = \text{MOD}(n, K) = 0$ のとき。
- (b) $I=J$ かつ n が偶数のとき。
- ただし (a), (b) の場合は縦縞模様になる。
- (c) $n \leq K/I$ のとき。
- (d) I のいかににかかわらず $n=K$ のとき。
- (e) $I \leq 2$ で n と K が約数をもつとき。

$I \geq 3$ で $n=K/2$ または $3K/2$ のとき。

3.5 鏡映関係をもつ組織

3.3 に示される K 種のパターンの中には反射回転によるいわゆる鏡映関係にある組織が図 2 の n が (6 と 9), (7 と 8) の組であらわれる。

- (a) (n_1, n_2) なる一組の組織は $n_1+n_2=pK$ のとき鏡映関係にある。図 2 の例のほかにたとえば $I=2, K=9, p=3$ のときには

$(n_1, n_2) \approx (10, 17), (11, 16), (12, 15), (13, 14)$

の 4 組がそれぞれ鏡映にある。

- (b) 鏡映関係にある組織の組数はつぎの 2 種類ある。

K が奇数ならば $(K-1)/2$

K が偶数ならば $n=3K/2$ をはさんで $(K-2)/2$

4. 種々の組織図の例

4.1 $I=1$ (または $J=1$) で表出される 3 原組織

$I=1$ として J, n を種々変化させて表出される組織は織物の 3 原組織で図 3 に示されるとおりである。このとき

図 3 $I=1$ における J, n の変化により得られる組織図

- (a) $I=J$ かつ n が奇数ならば平織になる。
- (b) $R = \text{MOD}(n, K) = 1$ のとき斜文織 $\nearrow$, $R=K-1$ ならば斜文線は反対になる。
- (c) R と K が互いに素なとき朱子織になる。このとき R は とび数, K は綜統枚数を示す。

4.2 $I \geq 2$ で表出される誘導組織

いま図 4 に示すように、組織図の特徴を A, B, C および D のタイプに大別すると、綜統枚数をあまり大きくとらない範囲でつぎに示す条件が見出される。

- (a) $R = \text{MOD}(n, K) = 1$ のとき、A タイプのパターン (正則斜文) があらわれ、 $(2I-1)$ 本の斜文線を生ずるが、それには A_1, A_2 のタイプがある。

図 2 $I+J=K$ と n との関係

図4 I, J, n の変化により得られるやや複雑な組織図

- (b) $I-J=1$ ならば、Bタイプのパターン（急または緩斜文）があらわれ、このとき
 $R=2$: I 個の組織点は縦に重なる B_1 タイプになる。
 $R=3$: I 個の組織点は斜めに重なる B_2 タイプになる。
(c) R と $(J-I)$ の組合せが表1に示される条件をもつとき、 B_1, B_2 タイプのほかに2種以上の朱子組織を含む C_1, C_2 タイプのパターンがあらわれる。そのほかに

表1 $J-I, R$ によって変化するパターンの分類 ($K \leq 10$)

R	$J-I$	1	2	3	4	5
2	グループ	B_1	B_2	C_2	C_2	C_1
3		B_2	B_1	B_1	B_1	—

- (d) A, BおよびCのいずれのタイプの変化とも見える（それはもはや心理学的認識の問題である）Dタイプのパターンが表出されるが、それらの間には I, J および n 間に規則性は見出されないようである。コンピュータのキーを叩いて偶発的に見出されるパターンである。ただいたずらに I, J および n を大きくすることは一重織物の組織として意味がないと思われる。しかし紋織物あるいは図柄として見ると、色彩を使うプログラムを併用して色彩、意匠研究の資料をうることもできる。なお、本法は冒頭にのべたように0,1数列に制限を設けているので、織物組織としてはかな

りの制約を受け、たとえば $\frac{2}{2}$ 斜文、破れ斜文あるいは昼夜組織などはこの数列から得られない点、さらに別の数列モデルの要請が痛感される。

5. むすび

織物組織論を織物デザインに利用するために、マイクロコンピュータを使用して織物意匠や色彩を探索する方法を提案した。

- (1) 簡単にパラメータ I, J によって制約される0,1の周期数列モデルを提案し、これに打ち切り数 n をあたえて重畳することによって生ずる2次元パターンを表出する方法を示した。
- (2) 本案によってえられる2次元パターンをテレビディスプレイする具体的方法を示した。2次元パターンは無数に得られるが、その中織物として製織可能なもの、等価組織であるもの、鏡映関係にあるものなどについて、パターンのもつ規則性を考察し、今後の織物組織探索上の資料を示した。
- (3) しかしながら一重織物組織としての例数は0,1数列の制約のためかなり少ないことは否めない。ただドビー、ジャカード組織図や色彩的效果を示すパターンとしてこれを見るとなお多くの意味ある結果を探索できる可能性をもつと思われる。

なお今後より多くの織物組織開発のために別の0,1数列モデルを提示する必要があるが、そのキーはオート

マトンの制御の中にあるかもしれない。

終りに本研究にご意見、ご助力をいただいた製品科学
研 中村和男, 名古屋市女短大 稲垣勝彦, 大阪市大 花
田嘉代子, 斉藤万希子の諸氏に感謝の意を表する。また
本研究は昭和54年度文部省科学研究の一部によることを
報告する。

文 献

- 1) 田中道一; 織学誌, 7, 196 (1951)
- 2) 呉祐吉, 松橋房江, 篠原昭; 織学誌, 17, 989 (1961),
20, 7 (1964); 松橋房江, 篠原昭; 織学誌, 21, 5 (1965)
- 3) 篠原昭; 基礎繊維工学〔Ⅲ〕 p. 1, 繊維機械学会 (1972)
- 4) ヘルマン・ヴァイル (遠山啓); シンメトリー, 紀伊国屋
書店 (1957)