重回帰分析を用いた型紙形状と布地特性 からのフレアスカート形状予測法

武庫川女子大学生活環境学部 山 川 勝 (会員)
武庫川女子大学生活環境学部 秋 山 珠 美* (会員)

Method for Predicting the Shape of Flared Skirts from Paper Patterns and Mechanical Characteristics of Fabrics using Multiple Regression Analysis

Masaru Yamakawa and Tamami Akiyama

*Faculty of Human life and Environmental Sciences, Mukogawa Women's University, Ikebiraki-cho,
Nishinomiya*

Abstract

Computer systems are applied to the many fields in the apparel manufacturing in order to get high productivity, to keep accuracy, and to make the work simple. In the field of samplemaking, experts are making samples by handwork method, even now.

Recently, the applications of computer systems are attempted in this field, for example, to predict the three-dimensional garment shape from the paper pattern and the mechanical properties of fabric. These methods need difficult mathematical equation, but those result are not so exact.

In this paper, we tried to predict the silhouette of flared skirts using the multiple regression analysis. In this case, we regard the fabric properties (the bending rigidity, the shear resistance, elongation by fabric-self-weight), and the shape of pattern (the skirts length, the angle of fabric to grain-line) as the explanatory variables. And the criterion variables are the number of nodes, the outward hem width, the position of the side hip point, and the positions of nodes.

The figures of flared skirts made by these multiple regression equations, are compared with real sewn samples by two specialists in pattern making. They judged the predicted figures were almost same as real sewn samples.

Though, we do not use the equation of the strict dynamics, we can easily predict the silhouette of flared skirts using these multiple regression equations.

(Received October 21, 1994)

(Accepted for Publication May 14, 1996)

摘 要

目的 既製服生産の各分野でコンピュータが活用され、作業の効率化が図られているが、サンプルメイキングの分野に関しては専門家が手作業で行っているに過ぎない。最近では、力学的方法を用いてデザインシミュレーションを行う方法も用いられているが、実用には至っていない。そこで、重回帰分析の手法を用いて、簡易的にフレアスカート形状のシミュレーションを行う方法を開発する。

成果 本システムを用いることにより、だいたい実物フレアスカートのイメージに適合するシルエットをシミュレーションすることができ、試作しなくてもパターンチェックを行うことができるので、この分野の作業時間が短縮され、生産効率の向上をはかることができる。

(平成6年10月21日受理)

(平成8年5月14日審査終了)

*現在、広島文化女子短期大学生活文化学科

1. 緒 言

アパレル生産活動において、1つの商品が企画されてから市場へ供給されるまでには、企画・技術・生産・営業の各分野で様々な検討、確認が行われる。その際、サンプルを用いて検討される場面が多くみられ、サンプルメーカーは、非常に重要な作業の1つである。

サンプルメーカーの目的としては、以下の4点があげられる¹⁾。

- (1) シルエットおよびデザインディテールのバランスの確認。
- (2) 技術面についての事前検討。
- (3) 量産品としての品質の最終確認。
- (4) 営業用の見本

ところで、アパレルメーカーの生産活動工程の中で多品種・短サイクル生産に最も適合させにくい部分は、デザインングから、それを具現化させるサンプルメーカーまでの工程である²⁾。なかでも、サンプルメーカーの工程は、特に人手と手間を要し、しかも、素材、パターン、体型、縫製等の幅広い知識と専門的スキルを兼ね備えた熟練者を必要とする。そのため、アパレル生産全体の中で、最もコンピュータの活用が遅れている分野の1つとなっている。

サンプルメーカーのコンピュータ化に関しては、デザインシミュレーションに関する研究³⁻⁵⁾が主流であり、実際にサンプル作成を行わなくても、パターン、布地、体型等のデータをもとにして、コンピュータ画面上に縫製・着用形状予測図を描き出すことが検討されている。これは、実際の生地を用いての検討が必要な技術面や品質の確認としてのサンプル(目的2, 3)、あるいは見本としてのサンプル(目的4)としては活用できないが、パターンメーカー段階でのシルエットやデザインの確認(目的1)として用いるには、作業の単純化、材料費の削減等の面で非常に有効である。

一般に行われているデザインシミュレーション法としては、有限要素法等を用い力学的に形状を予測する研究が多い。しかしながら、これらの方法は高度な数学的手法を使っているものの、十分な精度を出しているとは言い難い。

そこで、本研究では、もう少し容易な方法でデザインシミュレーションを行うことを考え、その可能性を追及した。

2. 検討内容

2.1 形状予測方法

本研究で用いた縫製・着用形状予測方法は、パターン、布地、体型に関する情報から、重回帰分析によって縫製・着用形状外郭線を予測するというものである。

厳密に言えば、パターン、布地、体型だけでなく、縫製条件や着付けによっても衣服形状は変わってくるため、それらの要素を含めた形状予測を行うためには力学的方法で詳細に計算処理することが望ましい。

しかしながら、そこまで厳密なシステムでなくても、ある程度の形状予測ができれば、パターンの確認用として実用的に用いることはできると考えた。

服種として、今回はフレアスカート为例にとり検討を行った。なお、今回は正面から見たときのスカートの形状についてのみ検討した。

2.2 スカート形状に影響を与える要因

スカート形状に影響を与える要因としては、主に、パターン形状、使用布地の特性、着用者の体型の3つがあげられるが、既製服生産ということを念頭においた場合には、個人の細かい体型にまで対応させて考える必要はない。通常、パターン作成の段階では、標準サイズで検討し、マスターパターンの段階まで進んでからグレーティングによってサイズ展開を行う。従って、本研究においては標準体型のみで検討を行った。

パターン形状としては、Fig. 1に示すように、2枚接ぎのフレアスカートの作図に必要なスカート丈と裾開き角度を取り上げた。なお、図中の矢印は経糸方向を示す。

布地特性としては、布のドレープ性に影響を与えているといわれている要因^{6,7)}の中から主なものとして、曲げ剛さ、せん断性、布地の重さ、脇線部分での自重伸びを取り上げた。

従って、スカート形状に影響を与える要因として今回検討したものは、以下の6項目である。

- a. パターンのスカート丈 (cm)
- b. パターンの裾開き角度 (度)
- c. 使用布地の曲げ剛さ (ハートループ法…cm)
- d. 使用布地のせん断性 (gf/cm・degree)
- e. 使用布地の重さ (gf/m²)

- f. 使用布地の自重伸び (各スカートにおける、スカート丈長さ、脇部のパターン角度での布地の伸び量…cm)

Fig. 1 Examples of the paper patterns used in this experiment (The angle of center-line to side-line: 12° and 90° The skirt length: 50 cm)

2.3 スカートの作画に必要なポイント

スカートの作画は2次元平面で行うことにし、そのために必要なものとして以下の6項目を取り上げた (Fig. 2 参照). なお、ヒップ端の Y 座標 (ヒップの高さ) については、布地の特性やパターン形状によって変動するものではないため、ここでは取り上げていない.

- ① ノード数
- ② 裾端 (X1, Y1)
- ③ ヒップ端 (X2)
- ④ ノードの出始めの位置 (X3, Y3), (X5, Y5), (X7, Y7))
- ⑤ ノードの終わりの位置 (X4, Y4), (X6, Y6), (X8, Y8))

2.4 サンプルの作成

重回帰分析を用いて縫製後形状予測を行うために、以下に記すサンプルスカートの作成を行った.
スカート丈……3段階 (50cm, 65cm, 80cm)
裾開き角度……4段階 (12°, 24°, 53°, 90°)
布地………3種類 (布地特性を Table 1 に記す)

こうして作成した36着のスカートを 9AR サイズ (B82, W63, H90) のリアルボディ (ヌードボディ) に着用させ、シルエット写真を撮影した. そして、その写真の外郭線をトレースしてスカート図を作成し、これを形状予測図と仮定して、形状に影響する要因との関係を追及した. 具体的には、スカート形状作画に必要な各項目 (2.3 項参照) をこの形状予測図中から読み取り、それぞれの項目について、スカ

- ① Number of nodes
- ② Side-hem point (X1, Y1)
- ③ Side-hip point (X2)
- ④ Upper point of node (X3, Y3 X5, Y5 X7, Y7 . . .)
- ⑤ Lower point of node (X4, Y4 X6, Y6 X8, Y8 . . .)

Fig. 2 Major points for drawing the skirt silhouette

Table 1 Characteristics of fabrics

Fabric	Bending rigidity (cm) (Heart loop method)	Shear resistance (gf/cm·degree)	Weight (g/m ²)	Elongation by fabric-self-weight (cm)				
				Length of sample (cm)	Angle of fabric to grain-line (degree)			
					12	24	53	90
A	9.8	0.25	252.3	50	0.35	1.50	2.60	0.00
				65	0.50	2.10	3.45	0.00
				80	0.75	2.90	4.80	0.00
B	9.1	1.27	210.4	50	0.00	0.20	0.30	0.00
				65	0.10	0.30	0.50	0.00
				80	0.30	0.50	1.00	0.00
C	7.3	1.17	214.4	50	0.10	0.40	0.80	0.00
				65	0.20	0.60	1.10	0.00
				80	0.30	0.90	1.40	0.00

ート形状に影響を与える要因（2-2 項参照）との関係を単回帰分析，重回帰分析によって検討した。

3. 検討結果

3.1 形状予測推定式の作成

スカート着用形状推定のための重回帰分析に際しては，重相関係数の大きさ，回帰精度，項目数等を実用性の見地から総合的に判断することにした。

①ノード数

パターンの裾開き角度の違いによるノード数の変化を，スカート丈別，布地別に検討した。スカート丈別の結果（布地 A の場合）を Fig. 3 に，布地別の結果（スカート丈 80cm の場合）を Fig. 4 に示す。

ノード数は，パターンの裾開き角度が大きくなるにつれて増えるが，その中でもスカート丈が長く布地が柔らかいほどその傾向が高くなることがわかる。つまり，ノード数は裾開き角度，スカート丈，布地特性等の要因が複雑に絡み合って決まるので，これらの因子を用いて重回帰分析を行った。その結果，多少の誤差（±1 本以内）は生じるものの，以下に記す重回帰式(1)によってノード数を推定できることがわかった。

ノード数=0.034×X1+0.051×X2+0.366×X3−5.500 (1)

- X1：パターンのスカート丈 (cm)
- X2：パターンの裾開き角度 (度)
- X3：布地の曲げ剛さ（ハートループ法…cm）

重相関係数：0.915

②-1 裾端の X 座標

Fig. 3 Relation between the number of nodes and the angle of center-line to side-line (In case of fabric A)

Fig. 4 Relation between the number of nodes and the angle of center-line to side-line (Skirt length: 80cm)

Fig. 5 Relation between the side-hem-point (X1) and the angle of center-line to side-line

裾端は、パターンの裾開き角度が大きくなるにつれて、単純に広がってくるわけではない。このことを明確にするために、同一布地・同一スカート丈で、パターンの裾開き角度を10段階変化させたスカートを追加作成し、裾開き角度と裾端のX座標との関係を追究した。結果をFig. 5に示す。

裾端は、ノード数が1本増えた段階でいったん狭まり、また徐々に広がる、という傾向を繰り返す。従って、裾端Xは、パターンの裾開き角度だけでなく、ノード数の影響も受けることがわかる。

また、裾端のX座標は、当然のことながら布地特性やスカート丈の影響も受けるわけであるから、これらを用いて重回帰分析を行った。なお、重回帰分析に用いた試料は、2.4項に記す36種類である。その結果、以下に記す重回帰式(2)を用いれば、多少の誤差は生じるものの衣服パターン作成の業務経験者2名の判断で実用的に問題ない程度に、裾端のX座標を推定できることがわかった。

$$\text{裾端のX座標} = -0.095 \times X1 + 0.012 \times X2 + 0.011 \times X3 - 0.110 \times X4 + 2.416 \quad (2)$$

X1: ノード数 (①で算出した値を用いる)

X2: パターンの裾開き角度 (度)

X3: パターンのスカート丈 (cm)

X4: 布地の曲げ剛さ (ハートループ法…cm)

重相関係数: 0.886

②-2 裾端のY座標

裾端のY座標は、スカート丈によってほぼ決まるが、布地の自重伸びにも影響される。Fig. 6は、自重伸びの影響を明確にするために、裾端のY座標をスカート丈で割って自重伸びとの関係を表したものである。自重伸びが大きいほど、裾端のY座標

Fig. 6 Relation between the side-hem-point (Y1) / skirt-length and elongation by fabric-self-weight

が大きくなることが明確になった。

また、かたい布地の場合には、横に広がりやすいため、裾端のY座標は小さくなるという傾向もみられた。

従って、これらの要因を用いて重回帰分析を行ったところ、以下に記す重回帰式(3)によって、高い精度で裾端のY座標を推定できることがわかった。

$$\text{裾端のY座標} = 0.101 \times X1 + 0.163 \times X2 + 0.128 \times X3 - 1.356 \quad (3)$$

X1: パターンのスカート丈 (cm)

X2: 使用布地の自重伸び (各スカートにおける、スカート丈長さ、脇部のパターン角度での布地の伸び量…cm)

X3: 布地の曲げ剛さ (ハートループ法…cm)

重相関係数: 0.995

③ ヒップ端のX座標

スカートのヒップ部分は、パターンの裾開き角度が大きいほど膨らんでくる。また、裾端と同様に、布地がかたいほど横に広がってくるため、ヒップ端のX座標は大きくなる。

従って、これらの要因を用いて重回帰分析を行ったところ、以下に記す重回帰式(4)によってヒップ端のX座標を推定できることがわかった。多少の誤差は生じるものの、衣服パターン作成の業務経験者2名の判断では実用上問題ない程度の推定値を得ることができる。

ヒップ端の X 座標 $=0.002\times X1-0.051\times X2+2.247$ (4)
X1: パターンの裾開き角度 (度)
X2: 使用布地の曲げ剛さ (ハートループ法
...cm)

重相関係数: 0.827

④ノードの出始めの位置

ノードの出始めの位置は、パターンの裾開き角度に依存するところが大きいが、また、布地の曲げ剛さや着せ付け方が変われば裾幅が変わり、ノードの出始めの位置も変わってくる。裾幅はスカートの前中心に垂直方向の布地の曲げ長さと脇線に垂直方向の布地の曲げ長さによって決まるため⁸⁾、ノードの出始めの位置についてもこれらの布地特性が関係してくると思われる。また、パターンのウエストライン形状、いせや伸ばしの加減によっても微妙に変わってくる^{9,10)}。

しかしながら、ノードの出始めの位置が多少上下左右したところで全体の衣服着用形状にはあまり影響がないため、今回は、あらかじめノードの位置を設定しておくことにした。具体的には、サンプルスカートを参考にして、ノードの始まる基準位置を各ノード数ごとに決めておき、システム内に持って置く。そして、裾端とヒップ端の X 座標の変化に応じて、比例配分により、ノードの始まる位置を変えていくことにした。

⑤ノードの終わりの位置

ノードの終わりの位置は、出始めの位置と同様に、あらかじめシステム内に基準の位置を持っており、ノードの出始めの高さでのスカート幅と出始めの位置の横方向の変化部との比率が同一になるように、スカート裾幅に対するノードの終わりの横方向の変化量を定めることにした。

なお、スカート形状に影響を与える要因としては、当初は 2.2 項に記す 6 項目を取り上げていたが、重回帰式(1)~(4)には布地のせん断性と布地の重さは採用しなかった。スカート脇部は、バイアス方向に布地を使用しており、布地の自重伸びによる垂れ下がり現象がしばしば現れる。(例えば、Fig. 7 Fabric A 参照)この現象の要因として、布地のせん断特性および布地の重さを取り上げたが、同時に布地の自重伸びを要因として取り上げているため、結果的には、布地のせん断性と布地の重さは、自重伸びで補うことができ、要因としては省いてもよいと判断した。

3.2 縫製後形状予測スカートの作図

3.1 項で算出した各ポイントを二次曲線、三次曲線、スプライン曲線で結ぶ。

Fig. 7 に、パターンの裾開き角度 53°、スカート丈 65cm のときの縫製後形状を 3 種類の布地 (サンプル作成に用いた布地 A, B の 2 種類と、布地 A,

Fig. 7 Examples of the figure predicted by multiple regression equations

B の中間程度の曲げ剛さを持つ布地 D) について計算し予測図を示した。いずれも、実物スカートとほぼ近いシルエットが得られた。

また、他の布地、パターンについても検討した結果、いずれもパターン関係業務経験者 2 名の肉眼による主観的な判断により、実物に類似するシルエットであると判定された。

なお、Fig. 7 に示すスカートは、いずれも脇縫目部分が布地のバイアス方向になっており、しかも、布地 A はバイアス伸びが特に大きくバイアス方向には自重だけでも大きく伸びるため、スカートの脇縫目部分が大きく垂れ下がり、不格好な形となっている。実際にはこのままの形で製品にすることはない。通常は、パターンを修正し、ヘムラインを整えてから仕上げる。

本システムを用いれば、適切なヘムラインの予測図になるまで、画面で確認しながらパターンを修正することができるわけである。さらに発展させれば、予測図を画面上で修正し、それに対応したパターンを自動的に出力することも可能である。具体的には、まず、スカート着用形状予測図をもとに、その図の主要点をどれだけ移動修正すれば見映えのよいスカート着用形状図になるかを、マウス等を用いて入力する。そして、パターン形状データからスカート形状データを算出する回帰式（他の要因は一定と仮定し、重回帰式を単回帰式として取り扱う）を用いて、スカート形状修正に必要なデータを算出するという処理を行えば、着用形状修正図に対応するパターンを自動的に出力することもできるわけである。

4. 総 括

既製服生産の各分野でコンピュータが導入され、作業の迅速化、単純化がはかられている。

なかでも、グレーディング、マーキング等の工程においては、専門的知識や経験を有しない作業者であっても簡単に作業できるという利点から、さかんにコンピュータシステムが取り入れられている。パターンメイキングの分野でも、専門性を要するとはいえ、これまで手作業で行ってきた仕事をコンピュータで行うことが多くなり、グレーディング、マーキング、延反、裁断に至るまでの工程を一貫して処

理できる大型システムも一般に用いられるようになってきた。また、縫製、仕上げの段階でも、コンピュータ制御による搬送システムや自動機器が普及し、効率化が図られている。

しかしながら、サンプルメイキングに関しては、サンプルメーカーがシーチング等を用いて手作業で行っており、効率化の遅れている分野のひとつとなっている。

サンプルメイキングの効率化へのアプローチとしては、一般にコンピュータによる縫製・着付けのシミュレーションに関する研究が行われているが、非常に厳密な力学的計算処理が必要であり、現在のところ実用までには至っていない。

そこで、厳密な計算処理をしなくても、パターン、布地に関するデータをもとに、ある程度のシルエットを画面上に表現できれば、パターンの確認用サンプルとしてならば活用できると考え、フレアスカートを例に、簡易的にデザインシミュレーションを行うシステムを作成した。多少の誤差は生じるものの、本システムを使用することにより、だいたい実物衣服に近いスカートのシルエットをシミュレートすることができる。

なお、今回は既製服生産ということで個人の細かい体型までは考慮していないが、体型についても要因のひとつとしてシステムに組み込むことによって、オーダーメイドにも対応でき、より広範囲に活用できると考える。

参考文献

- 1) 小倉万寿男他；“アパレル製作技術 I (製品設計)”，p. 285，繊維工業構造改善事業協会 (1994)
- 2) 石川欣造ほか；“アパレル生産管理 I (生産システムとメーカーの業務)”，p. 169，繊維工業構造改善事業協会 (1991)
- 3) 今岡春樹，岡部秀彦，赤見 仁，渋谷淳夫，相坂 登，富羽高子，山田正絃；繊維誌，45，420 (1989)
- 4) 伊藤郁男，川内圭介，小田垣千秋；繊維誌，43，P575 (1990)
- 5) 加藤陽一，岩崎謙次；繊維誌，46，84 (1990)
- 6) 名倉光雄；繊維誌，15，507 (1974)
- 7) 佐藤悦子，石毛フミ子；家政誌，36，712 (1985)
- 8) 秋山珠美；繊維誌，49，T122 (1996)
- 9) 近藤れん子；“近藤れん子の婦人服造形理論とパターン”，p. 132，源流社 (1992)
- 10) 石黒明子ほか；“サ・速答 Part 2”，p. 24，アミコファッションズ (1991)