

計算機を用いた洋裁用型紙作成およびデザインシステム

A CAD SYSTEM FOR DRESS PATTERNS

中嶋 正之 安居院 猛 新井 幸宏 金子 嘉和

(東京工業大学 工学部 情報工学研究施設)

1. はじめに

CADの応用範囲は広く、機械・電気部品の設計、回路・VLSIパターンの設計、土木・建築物の設計から、室内装飾のレイアウト、イラストの分野にまで利用され始めている。しかし、例えば大規模なレーザ・カッティングシステム“レクタシステム”は実用化されているものの、服飾分野へのCADシステムの導入は、比較的最近のことであり、CADの導入が遅れている分野といわれている。

今まで、積極的にCADが導入されなかったという理由には、種々の原因が有ると考えられるが、主なものとして、次の三点が挙げられる。

(1) 人間の持っている立体形状に対するイメージが、非常に複雑かつあいまいであるために、直接座標値等で表現することができない。すなわち、服飾デザインでは、各点の、時々刻々の位置よりも、全体の持っているイメージのほうが重要である。

(2) 電気・機械、建築・土木等の多くの設計では、製品の形状、内部構造が、部品配置という人為的なファクタによってほぼ決定されるのに対し、洋服の形状等は、人の体形や重力などの外的な条件と洋服自体の性質の相互作用によって決定される。

(3) 人体の運動、風等によって形状が時々刻々変化するのので、計算機にとって扱いづらい点がある。

また、形状が完全に決定したと仮定しても、複雑な曲面等を効率よく記述し、コンピュータに入力する方法が存在しないことも、この問題を困難にしている。

今までにも、コンピュータを用いた立体の

取り扱い、データの入力方法および表示方法に関して、対象物体、利用目的により様々な方法が提案されている。立体の記述方法については、Winston [4]、sugihara [5]らによって、簡単な立方体、錐体等を対象とした線面の記述方法が提案されている。また、浮田、服部 [6]らによって、スリット光走査装置により得られた輪郭線群による三次元データの整合と表示方法が提案されている。さらに、J. Agin [7]らによってジェネラライズド・シリンダ法を用いた曲面立体の表記方法が提案されている。しかし、これらの方法は、対象となる物体に制限があるため、複雑な曲面を取り扱うのには不向きである。また、Fetter [8]らによって、人体形状の表記方法も提案されているが、データの入力に多大な労力を必要とする欠点がある。

本研究では、柔軟性の大きいものに対するCADをミニコン(Okita-4300b)上で実現する一つの試みとして、従来の服飾デザインに用いられている洋裁用型紙を利用して、婦人服の立体表示、デザイン線(原型から種々のデザインを導き出す時の変形に用いる線)の書込みおよび模様付けを行なうシステムを作成した。

本方式の特徴は、従来から手作業で用いられていた洋裁用型紙が、立体になった時の個々の点の座標についての情報を持たないにもかかわらず、洋服の形状の重要なポイントを押えていることに着目して、これを入力データとして用いている点にある。

これによって、複雑な人体形状の入力が極めて少数の数値によって行なえるとともに、従来の服飾に関する知識で取り扱えるので、操作性においても、秀ぐれたものになっている。

2. 洋裁用型紙の作成過程

洋裁用型紙の作成過程は、注文服と既製服で異なり [14]、また、多数の方式が考案されているが、本研究で作成したシステムでは、注文服用立体裁断原型の一つである保利式立体裁断 [9] の基本原型を用いたので、それを元にした型紙の作成過程について概略を述べておく。

まず、個々のデザインと関係無く、着用する人の体形だけを表わすために基本原型が作られる。基本原型は、上半身（みごろ）の前後左右および下半身（スカート）の前後左右から成っており、身体の上 17 箇所を測定することによって作成される。基本原型の例を図 1 に示す。

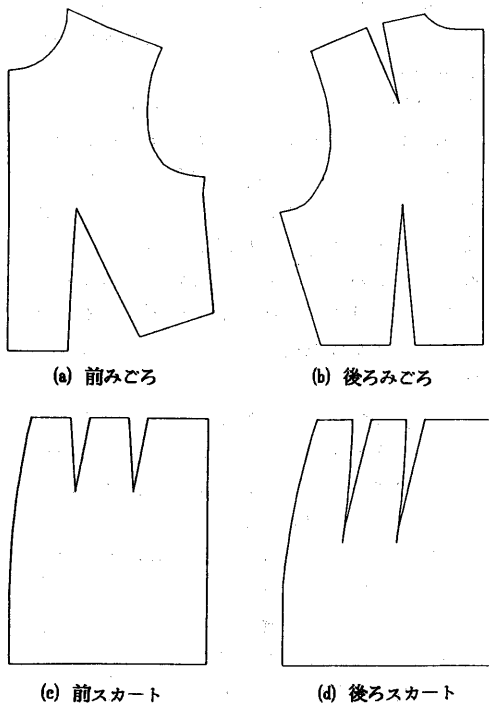


図 1 基本原型の例

次に、原型を切抜き、ダーツ（切込み部）を貼り合せて立体的にし、デザイン線を書き込む。デザイン線は、一部分の布地の方向を

変え、また、変形を行なうためのものである。立体化された原型と、それに書込まれたデザイン線の例を図 2 (a) に示す。

最後に、原型を再び平面に戻しデザイン線の切り離しおよび変形を行なう。平面に戻した原型の例を図 2 (b) に、デザイン線の切り離しを行なったものを同図 (c) に、さらに変形を加えたものを同図 (d) に示す。

最後に得られた型紙はデザイン・パターンと呼ばれ、そのまま生地への裁断に用いられる。

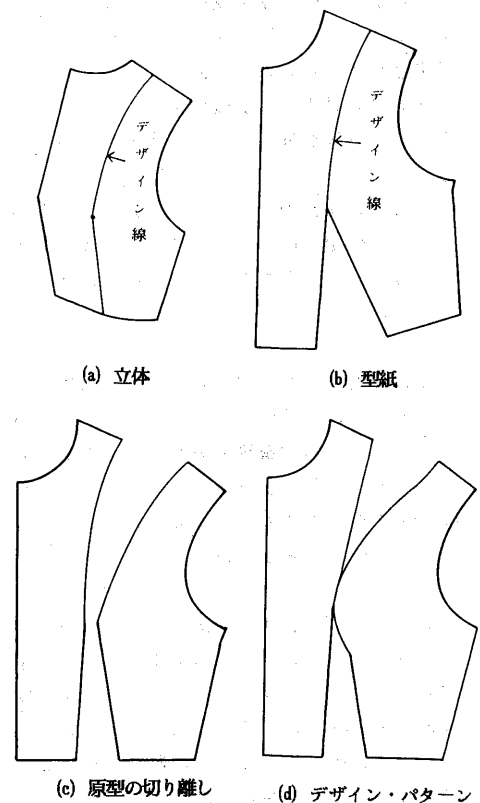


図 2 デザイン・パターンの作成

以上が（保利式）型紙作成過程の概略であるが、本研究のシステムでは、まず基本原型の各頂点の位置と、立体化したときの、肩幅、脇幅、腰幅およびヒップ幅を付加情報として実測して入力し、基本原型を貼り合せたときの形状（部分および全体）の見取り図を画面上に表示する。次に画面上の点、立体表面上

の点および原型上の点の対応をとることによって、デザイン線の書込みを行なう。最後に、応用として、原型に模様付けすることによって、模様付けされた立体の見取り図の表示を行なう。

3. 型紙の貼り合せ

この節では、型紙の入力から、立体の三角形パッチ表示までの計算法について述べる。

入力としては、型紙の各頂点の位置および肩幅、脇幅、腰幅、ヒップ幅が与えられる。

立体化の手順は、初めに図3(a)、(b)に示すように、原型のダーツを貼り合せ、次に図4(a)、(b)に示すように、みごろの前後左右、スカートの前後左右、計8枚を貼りあわせるかたちで行われる。

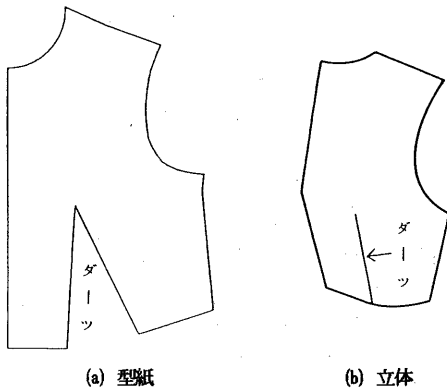


図3 ダーツの貼り合せ

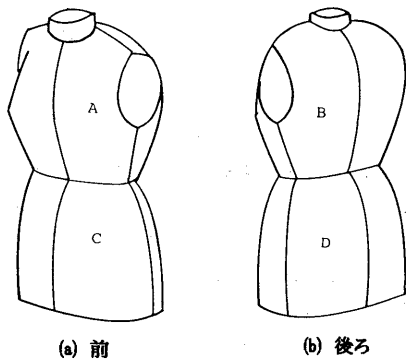


図4 原型の立体化

図3. 2の立体の各高さにおける横断面を考えると、その周の長さは、原型上の対応する線の長さと同じなので、入力データ（原型の各頂点の位置）から、内挿によって原型の辺上の点の位置を求め、さらにそれらの間の距離を計算することで、近似的に求めることができる。ただし、原型の辺は必ずしも直線ではない（袖口など）ため、その部分での内挿には二次曲線を用いる。

また、横断面の横幅に関しても、肩幅、脇幅、腰幅およびヒップ幅から内外挿によって、各高さの値を求めることができる。

しかし、横断面の形状はこれらの入力だけでは一意的には決らないので、図5に示すように、前縁と後縁は高さに応じた長さの線分で、残りの側方部は前後とも楕円であるような形状を採用した。

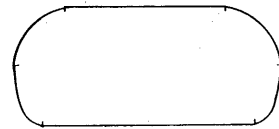


図5 立体の横断面

以上の作業により、立体の各高さにおける横断面の形状が決定し、したがって、立体の形状が決定する。この状況を後ろみごろを例にして等高線表示したものを、図6(a)に示す。同図(b)は、さらに袖口と首を除去したものである。

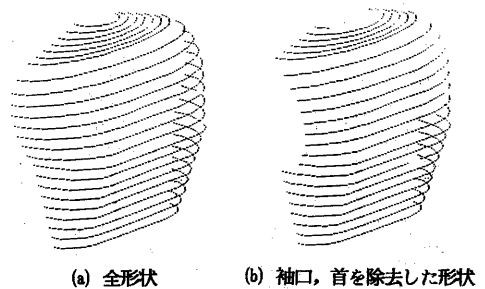


図6 立体の形状

最後に、この立体を三角形パッチ表示する方法について述べる。

本システムは、全体的に見て、原型上の点、立体表面上の点および画面上の点の対応関係によって構成されている。したがって、三角形パッチ作成の作業をどこか一箇所で行い、他の二箇所へ写像すればよい。

しかし、画面上や原型上で作業を行ったのでは、二段階の写像が必要となり、計算機での計算誤差が大きくなるので、ここでは立体表面上で作業を行い画面と原型へ写像する形式をとった。

この場合、立体表面上で任意にパッチを作成すると、原型上へ写像したときにダーツにまたがってしまう場合が起り得るが、特別手順によって、その場所だけパッチを細分することにより、解決した。

ここで、三角形パッチを立体表面から原型へ写像する理由は、後でデザイン線の書込みや、模様付けを行なうときに、画面と原型の一対一対応が必要となるからである。

また、立体から画面への写像は、与えられた視点からの見取り図として表示されるので、隠面消去を行なう必要がある。

本システムでは、立体を上半身と下半身に分ければそれぞれに凹部が無いという性質を利用して、原型上の三角形と画面上の三角形のオリエンテーションの比較によって簡単に行っている。

以上の手順によって得られた画面上の像の例を図7 (a), (b)に示す。

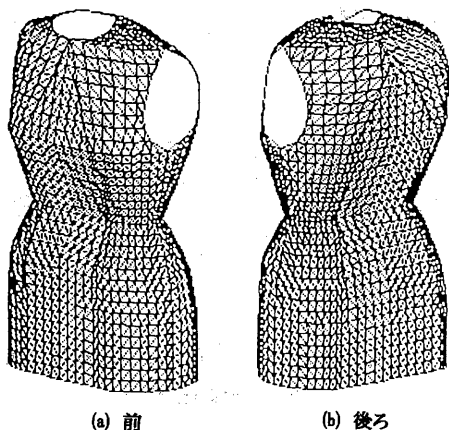


図7 三角形パッチ表示

4. デザイン線の書込み方法

この節では、カーソルを用いて画面上の見取り図に書き込んだデザイン線を、原型上へ写像する方法について述べる。

この作業は、従来の方法で立体化された原型にデザイン線を書き込んで、再び平面に戻す過程にあたる。

本システムでは、デザイン線の入力、画面上の点列として与えられる。しかし、それらの点は、必ずしも三角形パッチの頂点上にはないので、前節の対応をそのまま用いて原型上に写像することはできない。そこで、次式に示すように、入力された各点を、その点を含む三角形の頂点の線形結合で表し、次に、その係数を用いて、原型上の対応する三頂点の線形結合を作ることによって近似的に写像する方法を採用した。

$$X = p X_1 + q X_2 + r X_3$$

$$Y = p Y_1 + q Y_2 + r Y_3$$

ただし X: 与えられた画面上の点

Y: 求める原型上の点

X_n : 画面上の三角形の頂点

Y_n : 対応する原型上の三角形の頂点

p, q, r: 係数

画面上の点列と、原型上の点列は、曲線によって補間する。

以上の作業を図8に示す。(a)は、三角形パッチ表示された見取り図上にカーソルで入力された点列、(b)はそれを曲線で補間したもの、(c)は、入力点列を原型上へ写像したもの、(d)はそれを曲線で補間したものである。

ここで、原型上に写像された点列が、ダーツにまたがる場合が生じるが、その場合は、ダーツの片側にある部分点列を、ダーツの開きの角度だけ回転させて、反対側の部分点列と連続した状態にし、そこで補間曲線を引いた後、再び元の位置に戻すことによって、正しくデザイン線が書き込まれるようにしている。

また、デザイン線の一部変更、一部除去な

どの機能および、原型が変化したときに、それに対応して、デザイン線を変化させる機能も付与してある。

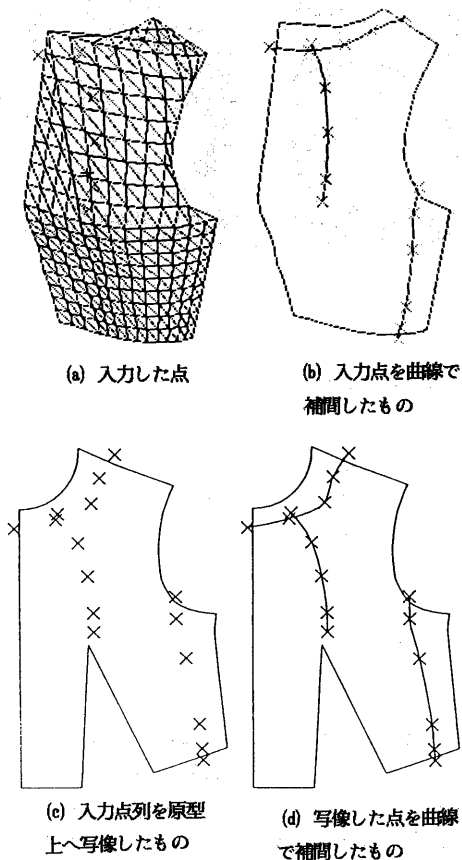


図8 デザイン線の書込み

5. 模様付けアルゴリズム

従来の服飾デザインにおいては、型紙作成の段階で、生地模様を立体化して見ることはできなかったが、本システムでは、コンピュータ・グラフィックスの手法により、立体化された原型の見取り図に、生地模様を付けることによって、デザインの補助となるようにした。

前節までの対応関係を利用できるように、ここでは、生地模様を、原型上の点から色への写像として与えている。

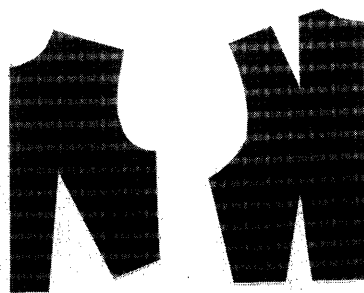
ここで再び写像の順序と方向が問題となる。原型から立体、立体から画面へと順次写像して行く方法は、自然であるが、デジタル画像の場合には、桁落ち誤差の補正や、生地上の一面素を画面上の何画素に対応させるか、などの問題が生じ複雑になる。そこで、本システムでは、各点の逆写像（画面→立体→原型）をとり、画面上の点の色を決定する方法を採用した。

画面上の点から原型上の点への対応のとりかたは、デザイン線のところで用いた手法と同じである。

この作業を、画面上の全ての三角形内の全ての点について行えば、模様付けされた立体が完成する。

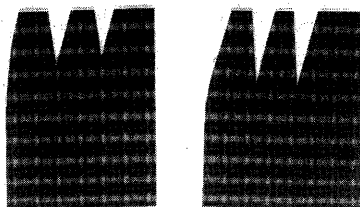
本システムでは、生地模様をR, G, B各々3枚ずつのビットプレーン（各色8階調）で持っており、最大512色で生地模様のデザインが表示可能となっている。

図9, 図10が原型上での生地カラー・パターンの例であり、図11, 図12がそれぞれの模様付けをした立体の表示である。



(a) 前みごろ

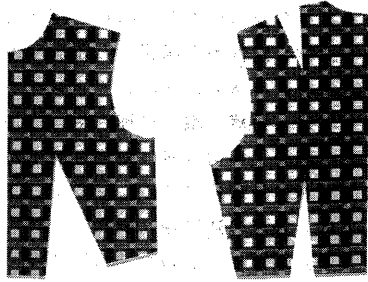
(b) 後ろみごろ



(c) 前スカート

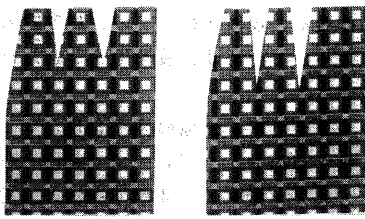
(d) 後ろスカート

図9 原型上のカラーパターン (1)



(a) 前みごろ

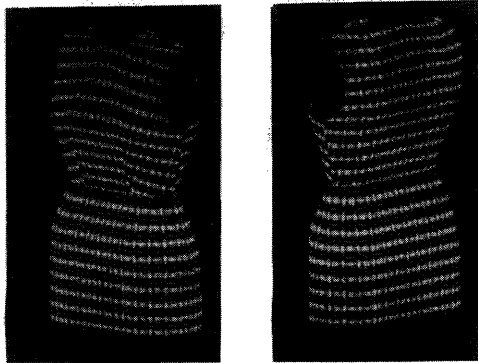
(b) 後ろみごろ



(c) 前スカート

(d) 後ろスカート

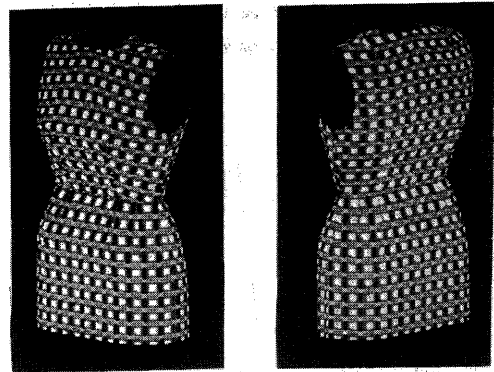
図10 原型上のカラーパターン (2)



(a) 前

(b) 後ろ

図11 模様付けされた立体 (1)



(a) 前

(b) 後ろ

図12 模様付けされた立体 (2)

これにより、自分の好みに合った生地やデザインを本人自身の人体上に着用した形で選択することが可能となる。

6. 結論

本研究では、初めに、婦人服用の立体裁断に用いられている保利式立体裁断の基本原型四種類を用いて、立体形状を作成する方法を示した。作成された立体の形状は、19箇所の数値で決定され、容易に任意の女性の人体形状が表示されることは服飾用CADにおいて有用である。

また、次に示したデザイン線の書込みは、従来、手作業による紙の切り貼りで行っていたことがコンピュータのCRT上で行なえるという点で有効である。

最後に述べた立体への模様付けは、従来は行われていなかったことであり、コンピュータの特性を利用して、実際に布を切る前に、製品の概形を見ることができるので、服飾デザインにとって有効である。

本システムは、汎用ミニコンokitak-4300b (16bit, 40kw)を用いているが、立体の形状を求めるのに楕円に関する計算を繰返し行なうので、一つの立体形状を求めるのに、20分

程度の時間がかかる。

本研究では、主に立体形状と型紙の間の対応付けについて述べたが、この他に、平面上で、デザイン線の書込まれた原型を展開して、デザイン・パターンを作るシステム等も考えることができる。

尚本研究は、文部省科学研究費（一般研究C）の補助によるものである。

参考文献

- [1] R. S. Burch
"Computer Graphics"
IBM Systems Journal
vol. 19 no. 19 pp. 289-410
- [2] A. bear, C. Earstman
"geometric Modelling a Survey"
CAD
vol. 11 no. 5 pp. 253-272 (1980)
- [3] J. Mermet, J. J. Roche
"The Introduction of CAD in the Shoe industry"
Computer Industry 3
(1982) pp. 181-186
- [4] Winston P. H.
"The Psychology of Computer vision"
Mcgraw Hill
(1975)
- [5] Sugihara K.
"Automatic Construction of Dunction Dictionaries and their Exploitation for the Analysis of Range Data"
IJCAI-79
(1979)
- [6] 浮田, 服部
"輪郭線による三次元データの整合と表示"
電子通信学会論文誌
J62-D no. 5 pp. 665-672 (1979-10)
- [7] Gerrald J. Agin, Thomas O. Binford
"Computer Description of Curved Object"
IEEE. TRANSACTION ON COMPUTERS
vol. C-25 no. 4 pp. 438-449 APRIL (1976)
- [8] William A. Fetter
"A Progression of Human Figure Simulated by Computer Graphics"
IEEE. CG&A
vol. 2 pp. 9-13 NOVEMBER (1982)
- [9] "保利式型紙作成法"
特許番号 55-165885
- [10] 小野 喜代司
"婦人既製服パターンの理論と操作"
文化出版局
- [11] Fiebush, E. A. Levoy, Mcsooh r. l.
"Synthetic Texturing Using Digital Filters"
SIGGRAPH'80
pp. 294-301 JULY (1980)
- [12] 安居院, 森口, 中嶋
"色彩情報と輪郭線情報を用いた立体の三次元像の再生"
信学技報
PRL 80-10 (1980-6)
- [13] 安居院, 井上, 中嶋
"コンピュータ・プリンティングに関する研究"
信学全大
1340 (1981)
- [14] 安居院, 田原, 中嶋
"婦人服用CADの作製"
信学技報
IE84-44 (1984)