

22-7

被服の着装形状シミュレーションシステムの開発

On the Symulation System of Dressing Fabrics

宇田 紀之 木村 文隆 鶴岡 信治 三宅 康二

三重大学 工学部 電子工学科

1. はじめに

ファッションイメージを表現する方法として、スタイル画が広く用いられている。スタイル画に表現されたモチーフは、2次元の型紙に製図され、生地を選択、裁断・縫製の工程を経て、人体に着用されることによって立体化される。衣服の着装形状は、主に2次元平面に定義された型紙と用いる布地の力学特性、及び、それを着用する人体形状の三者によって決まるものであると考えられる。

これまでのアパレル分野のCAD研究は、主に型紙の自動生成システム開発に関連して、スタイル画、素材の力学特性を論議したものが多く、衣服の身体フィットネスやデザイン選択など、デザイナーや着用する側の関心から衣服の立体構成や着装状態を論議した研究は、まだ極めて少ない。本研究は、2次元平面に定義した型紙データと3次元人体データとの合成から、着装したときの形状と3次元挙動をシミュレートするコンピュータグラフィックスシステムの構築をめざしたものである。まず、比較的変形の少ないスカートを表示対象にして、変形応力を特定化した近似を試みた。生成した画像は、ファッションイメージを表現するに十分リアルなものである。システムの概要とイメージ生成法について報告する。

2. 布地の変形に関する研究

布地物体の3次元変形シミュレーションには、粘弾性変形モデルのあてはめや有限要素法の応用などがこころみられてきたが、計算量が膨大となる上に、布地物体特有のひだやしわの表現が困難で、十分な材質感が得られにくいという問題点があった。一方、布地の変形に作用する応力や歪みを布地の部位ごとに特定化して、単純な基本形にしわを発生させる形状近似も試みられている。安居院らによる肘や膝の圧迫部分の変形表現(1)、宇田らのカーテンやテーブルクロスなどのドレープ表現(2)である。着衣の変形量は、型紙データと体型データとを対応

づけることによってある程度まで特定できること、また、ディスプレイ解像度と計算機処理の経済性などを検討して、着装変形シミュレートには、基本立体形に単純化した人体データと型紙データの各部位に作用する力を特定して、それぞれに変形を加えて全体イメージを近似する方法を用いることにした。

3. 着装形状シミュレーションシステムの構成

開発システムは、32ビットワークステーションNEWS-1750をホストマシンして、16ビットパソコンをターミナルとする構成である。"AYA"と名付けたこの着装形状シミュレーションシステムは、次の4個のモジュールから構成されている(表1)。

(体型データ処理) 体型データは、身体動作と筋肉挙動の自由度をもたせるために、制御多面体のエッジを削って曲面を生成する漸近的多面体細分割の方法を採用している(3)。生成した人体データから等高線を抽出して、ウエスト周、ヒップ周、腰丈など被服設計に必要なデータを求める。人体基本形は、採寸データから推定する円筒形に単純化する。

(スカートの立体構成) 型紙に定義された各パーツを組み合わせて、3次元空間に立体構成する。重力や布地の曲げ剛さを除いた場合のスカート立体構成は、ウエスト周を上断面とする円錐台形に単純化しておく。生地

1 体型データ処理

- 1-1. 体型モデリング (PRISM)
- 1-2. 人体曲面の生成
- 1-3. 等高線の抽出/体型の採寸
- 1-4. 体型基本形の推定
- 1-5. 着衣接触面の抽出

2 スカートの立体構成処理

- 2-1. テキスチャーの読み込み
- 2-1. パーツの切り取り/裁断
- 2-3. 立体構成/縫製

3 着衣変形処理

- 3-1. 褶線の近似
- 3-2. 着衣変形処理
- 3-3. 人体干渉処理
- 3-4. テキスチャーマッピング

4 人体動作モデリング

- 4-1. 関数近似モデル
- 4-2. プリミティブ合成
- 4-3. リスト処理による動作制御

Noriyuki UDA Fumitaka KIMURA

Shinji TURUOKA, Yasuji MIYAKE

Dep. of Engineering Mie University

表1: 着装形状シミュレーションシステムの構成

テキスチャは、スキャナーで入力しておき、各パーツの色情報を読み取り、基本立体形にマップしていく。これは、裁断縫製の工程をシミュレートするものである。

(着装変形処理) 人体に着装したスカートは、垂下面にひだを発生させて人体に馴染んでいく。まず、裾線の形状を型紙データから推定し、フラクタル技法を用いてひだを発生させ、垂下面の中間座標を補間して全体を近似する。等高線ごとにスカート立体データと人体データの接合を検査して、人体データの内側に干渉したスカートの座標を人体表面まで移動する処理を加えると、スカートが人体表面に馴染んだ感じの形状が得られる。変形した立体形状へのマッピングは、布地の材質感を表現するために、デプスマッピング法を用いている。

(人体動作モデリング) 主要な関節をツリー構造に定義した人体データは、時間軸に関節移動曲線を定義することによって、歩行や屈伸などの簡単な動作を生成することができる。身体動作によって発生するスカートの自動振動は、まだ、検討課題のひとつである。

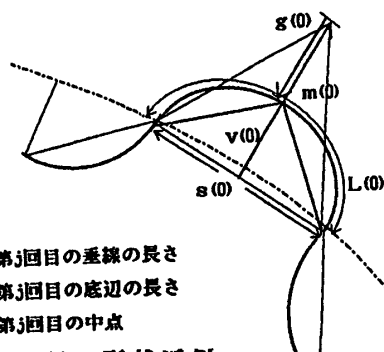
身体動作の生成などの処理は、ワークステーションに依存するが、テキスチャ選択やパターンの定義は、パソコン単体でも操作可能である。

4. 着装変形のアルゴリズム

着装変形のアルゴリズムについて、もう少し詳しく論議しておく。図学的に円錐台形と考えたスカートの表面に発生するひだは、一定の垂下長における円錐台形の断面が、人体基本形に収縮することによって発生する座屈変形と考えられる。このスカート垂下面に作用する力は、円の接線方向に働く座屈力と、素材の曲げ堅さ、布地の自重の3つであると仮定する。

(三角分割によるひだの近似) 丸みを帯びた布地のひだは、三角形の再帰的分割によって近似する。垂下長 j における人体基本形の等高線の長さを Q_j とし、円錐台形の円周を P_j とする。重心方向に収縮したとき、 P_j と Q_j の差がひだとなる。

発生するひだの数を n とし、形状は均一であると仮定すると、1個のひだの長さは P_j/n 、断面 Q_j に交差するひだの間隔は Q_j/n である。まず、交点間隔を底辺 $S(0)$ として、ひだの長さの半分を2等辺三角形を考え、垂



$v(j)$: 第 j 回目の垂線の長さ
 $s(j)$: 第 j 回目の底辺の長さ
 $m(j)$: 第 j 回目の中点

図 1: ひだの形状近似

線の長さを $v(0)$ とする。布地の曲げ堅さは、座屈応力に対して元の位置を回復する力として作用する。その回復幅 $g(0)$ として、点 $m(0)$ を頂点とする第1回目の三角形を生成する(図2)。次に、三角形の両斜辺を底辺にして、同様の三角形分割を繰り返す。ひだの形状は、生成した三角形の頂点を連結して近似する。この方法は、正確な力学モデルによるものではないが、ひだの均一性や変位方向に"ゆらぎ"を加えて、ひだの不規則性をつくり出すなどの形状操作が極めて簡単である。

(垂下の曲面形成) ウエスト面と裾線の間を K 等分して、各断面にひだを含む座屈曲線を生成する。中間座標の補間は、各座屈曲線の座標を制御点としたベジェ関数による垂下線の線分補間とした。

5. まとめ

提示した着装形状シミュレーションシステムは、精密な人体計測や精密な力学計算によって、着衣の形状を決定しようとするものではないし、そうした力学モデルを検討するものでもない。コンピュータを利用したさまざまなデザイン検討とボタン設計の試行錯誤を通じて、ファッションイメージを自由に膨らませ、楽しむことのできるシステムにしたいと願っている。

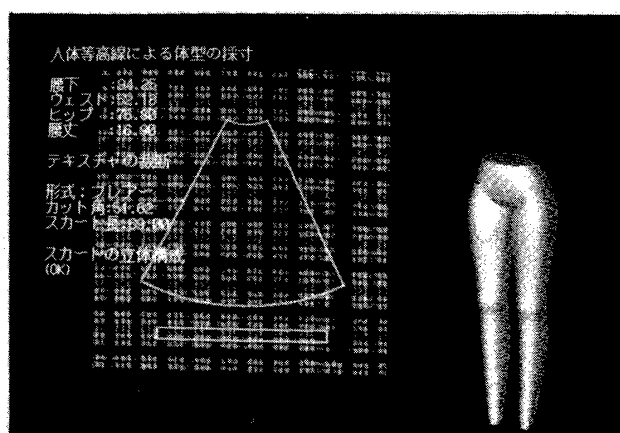


図 2.1: 型紙定義と人体データの測定

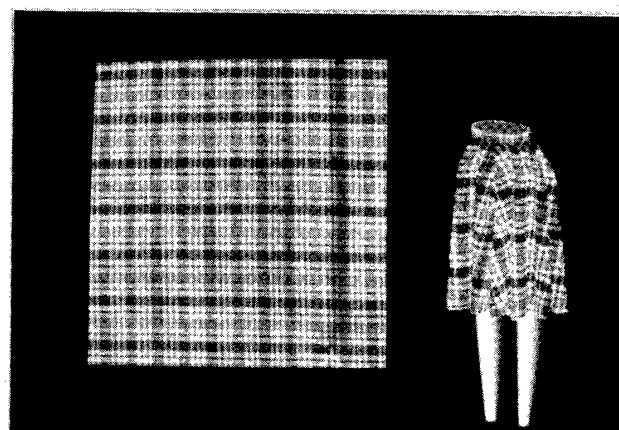


図 2.2: テクスチャマッピング