

# 意匠系形状3次元画像生成システムの開発

池口達治<sup>\*1</sup>、太田幸一<sup>\*1</sup>

## Development of 3-Dimensional Computer Graphics System for Fancy Yarn

Tatsuharu IKEGUCHI<sup>\*1</sup> and Kouichi OHTA<sup>\*1</sup>

Owari Textile Research Center, AITEC<sup>\*1</sup>

ループ意匠系の形状を予測してコンピュータの画面に表示するシステムを開発した。このシステムは、撚り数、送り比などの製造条件を入力すると、ループ部分のサイズや数などを実験データに基づいて予測し、その結果から意匠系形状の3D-CG(3次元コンピュータグラフィックス)画像を生成して表示するものである。このシステムを使うことにより試作をしなくても意匠系の形状を予測でき、意匠系の設計を効率的に行うことが可能となる。

### 1. はじめに

意匠系は変化に富んだ外観を持つため高級婦人服やインテリアなどに使用され差別化素材として重要な位置にあり、効率的に設計できる手法が望まれている。しかし意匠系の構造は複雑である上に、製造条件が相互に影響し出来上がり形状を予測することは困難であった。

前年度の研究成果により製造条件と意匠系形状との関係が明らかになった。また、複雑な演算を高速に処理できるコンピュータが普及し、意匠系形状を予測できるシステム実現の環境が整ってきた。本研究では、製造条件から意匠系形状を予測して3次元画像を表示するシステムの開発を行った。

### 2. 手法

#### 2.1 3次元画像生成手法

一般的に意匠系は芯糸、からみ糸、押さえ糸の3本の糸で構成される。図1に示すように糸表面の曲面は円形の輪郭線で表現し、この輪郭線は糸の中心軸と直交する座標系を用いることとする。

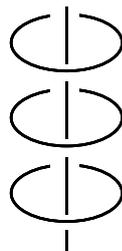


図1 糸の3次元モデル

芯糸、押さえ糸の中心線軸は、図2に示すように円柱弦巻線で表現する。この曲線の方程式は円柱半径を0にすることにより直線を表現でき、ループ意匠系以外の形態の糸でも対応できる。中心軸線は、(x,y,z)座標系を用いるとき次式で表される。

$$x = r3 \times \cos(i3)$$

$$y = r3 \times \sin(i3)$$

$$z = t3$$

ただし、t3は任意の割合で増減することが可能な変数とする。

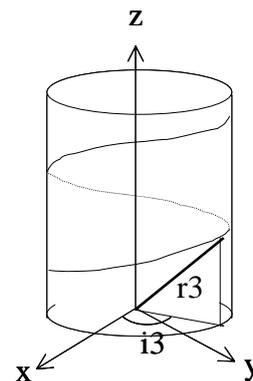


図2 円柱弦巻線モデル

からみ糸の糸軸は、円柱弦巻線とパラメトリック曲線を組み合わせた方程式を用いる。ループ部分の糸軸については、ポテンシャルエネルギー法などのような力学的解析手法を適用することによりリアルな形状表現が可能になる。しかし、計算工程が非常に多くなり出力までの

時間が膨大になるため、今回はループを楕円に近似してパラメトリック曲線で表現し、出力時間の短縮を図った。ループ部分の中心線軸は、(x', y', z')座標系において次式で表される。ただし、t は媒介変数とし、ループを描画する(x', y', z')座標系は(x, y, z)座標系に対して、x' は円柱の放線外側方向、y' は z と同一方向となるよう座標軸変換する。ループの形状は係数 A、B の値により制御する。

$$x' = A \times \sin(t)$$

$$y' = B \times \cos(t)$$

$$z' = 0$$

輪郭線は( , , )座標系を用いるとき次式で表される。図3に示すように輪郭線を描画する座標系は 軸が中心線軸の接線方向に一致するよう座標軸変換をした。

$$= r2 \times \cos(i2)$$

$$= r2 \times \sin(i2)$$

$$= t2$$

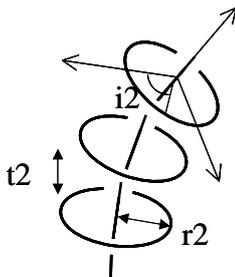


図3 座標軸変換

## 2.2 アルゴリズム

意匠系の形状予測は次の手順で計算処理する。

まず、直径数に基づき圧縮を考慮した系の直径を計算する。直径数はAshenhurst が提唱した次式で表される。ただし、D は直径数、d はデニール数番手、K は原料によって決まる定数で、綿:0.93、梳毛:0.90、絹・合織:0.96 とする。

$$D = K \times (840 \times 5315 / d)$$

次に直径数と円柱弦巻線の幾何学モデルを基準に芯糸に巻き付くのに必要なからみ糸の長さを計算し、芯糸に巻き付くのに必要な糸長に対して余分な糸長を計算する。この余分な糸長部分がループを形成すると考え、さらに糸の緩みを考慮して補正した総ループ長を計算した。

製造条件とループ数の関係については、多くの要因が相互に影響し、複雑である。ここでは、ループ数への影響が特に大きい撚数と送り比に注目して、形成されると予測されるループ数を導く次式を構築した。ただし、LN はループ数、FR、BR はそれぞれからみ糸および押さえ糸の供給量、KL は糸の緩みを考慮した定数、E は原料によ

る係数、T は撚数とする。

$$LN = E \times T \times \{ \ln(FR/BR - KL) \}$$

ループ周囲長は総ループ長とループ数から計算する。ループ間隔はループ数から計算した平均値を元に正規分布に基づき変動成分を加える。

以上の式を用いて意匠系の形状を予測することが可能となった。

## 2.3 ソフトウェアの仕様

ソフトウェアの開発環境は次のとおりである。

対応 OS : Windows98SE、Me、2000、XP

プログラミング言語 : Visual.NET、OpenGL、VisualBasic6.0

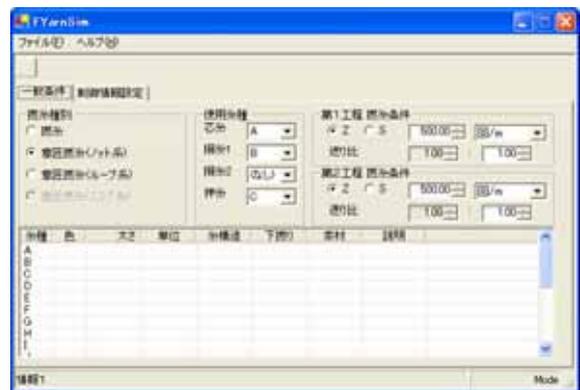


図4 撚系の一般条件入力画面

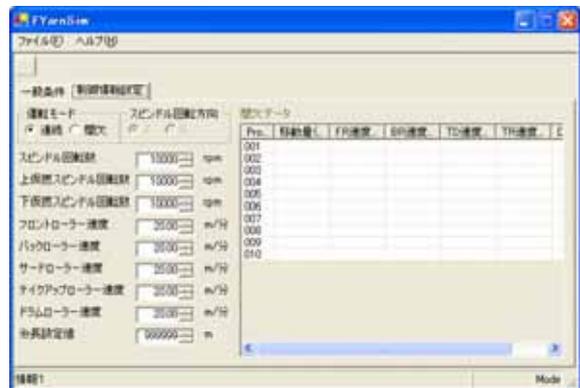


図5 撚系機の制御情報入力画面

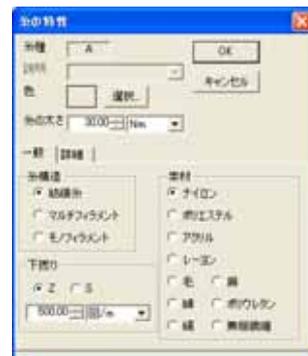


図6 糸の特性情報入力画面



図7 3次元モデル情報入力画面

プログラムは、撚糸機の制御情報を入力して意匠糸形状を出力する意匠糸形状予測ルーチン、意匠糸形状を入力して意匠糸の3次元座標値を出力する3次元モデル生成ルーチン、意匠糸の3次元CGを表示する3次元画像描画ルーチンの3つのパートで構成される。

計算時間はデータ入力してから描画が終了するまでほぼ瞬時に終了する。付随的な機能としては、構成糸の選択表示、回転、拡大/縮小、視点設定、照明角度設定、背景色変更、構成糸の選択表示などを備える。

図4に意匠糸形状予測ルーチンにおける撚糸の一般的な条件を入力するための画面を、また、図5に撚糸機の制御情報を入力するための画面を示す。図6に糸の特性を入力するための画面を示す。図7に3次元モデル生成ルーチンにおける意匠糸の3次元形状情報を入力するための画面を示す。

### 3. 結果

図8~16に出力結果を示す。

図8は2本の糸で構成される双糸、図9~10は3本の糸で構成されるみこ糸のそれぞれZ撚りとS撚りに設定したときの形状予測結果である。芯糸を白色、からみ糸を黄色、押さえ糸を赤色にそれぞれ指定している。みこ糸モデルは意匠糸モデルの基本形として見なすことができる。

図11に構成糸を選択して表示した例を示す。この例では各構成糸のらせんの形が等しいが、構成糸ごとに形が変化している試料についても対応できる。

図12に撚り数が少ない場合、図13に撚り数が多い場合の形状予測例を示す。

図14に構成糸の撚り方向が異なる場合の形状予測例を示す。芯糸に対してからみ糸と押さえ糸のより方向を異なる設定にすることにより、たすき掛けの撚り糸形状になることを予測できている。



図8 双糸の出力結果

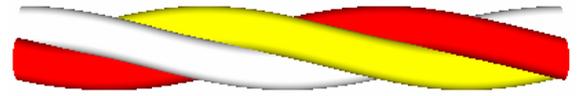


図9 Z撚みこ糸の出力結果



図10 S撚みこ糸の出力結果

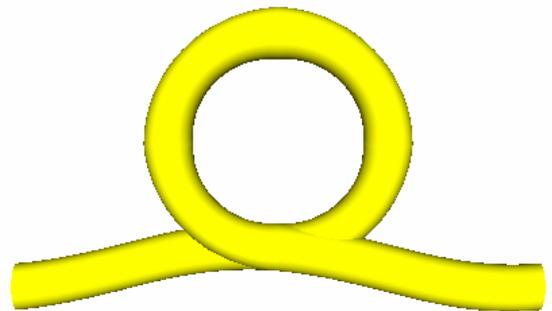


図11 構成糸の選択表示例  
(上から、芯糸、押さえ糸、からみ糸)



図12 撚り数を少なく設定したときの出力結果



図13 撚り数を多く設定したときの出力結果



図 14 異なる撚り方向を設定したときの出力結果

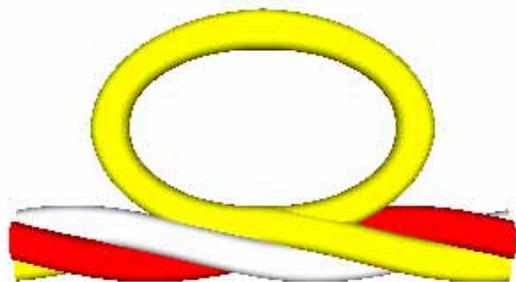
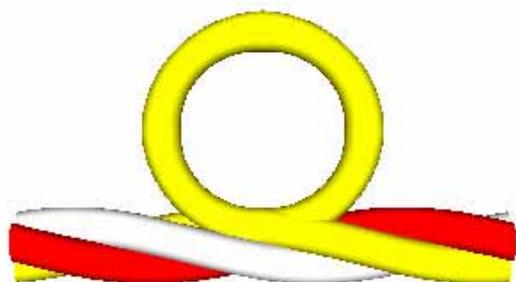


図 15 ループ形状が異なる場合の出力結果

図 15 はループ形状が異なる場合の表示例を示す。一般にループ形状はからみ糸に内在するポテンシャルエネルギーが最小値になる状態で安定するため、原料の物性と撚糸後の解撚トルクとの関係に依存する。ここでは、将来的に織物としてシミュレーションすることを想定して、感覚的に自然な描画が得られるようループを楕円モデルで近似表現した。

図 16 は形状予測したループ意匠糸の三次元モデルの視点設定を変化させて表示した例である。

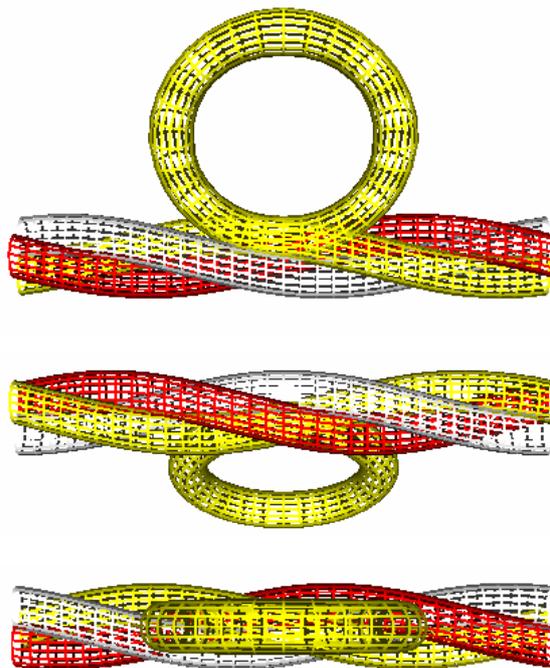


図 16 視点変更した場合の出力結果

#### 4 . 結び

製造条件を入力すると意匠撚糸の 3 次元形状を予測して表示するソフトウェアを開発した。このソフトウェアを使用するにより、撚糸機で試作することなく、意匠撚糸の形状、色などを瞬時に確認することができる。また、テキスタイルデザイナーなど撚糸機の運転に関する具体的な知識を持たないユーザーでも、実際に製造可能な意匠撚糸をデザインすることが可能となったことにより、従来はアパレルデザイナーは見本帳から意匠糸を選択していたが、今後はデザイナーが意匠糸からデザインできるようになり、素材からオリジナルな商品企画を進めることが可能となった。

#### 文献

- 1) 若松、平井、岩田：日本機械学会誌，63, 64 (1997)
- 2) 若松、平井、岩田：日本機械学会誌，64, 128 (1998)
- 3) H.Wakamatsu, S.Hirai: *International Journal of Robotics Res.*, 23, 293 (2004)
- 4) Farshid Pouresfandiari: *Text.Res.J.*, 73, 209 (2003)