

連続模様作成ツールの開発

工芸技術所 加工技術チーム 横田 知宏

本研究では、平面を1つの図形で隙間なく埋め尽くすことのできる連続模様（テセレーション）をパソコン上で簡単に描くことのできるツールを開発した。ツールはできるだけ簡単な操作で使えるようにするため、多角形の1~3種類の辺をマウス操作で変形させて模様を描くものとした。また、作成した模様をCADやIllustrator®（アドビシステムズ）などで利用できるようにDXF形式（異なるCADアプリケーション間でデータをやりとりする際の間ファイル形式）でファイル出力可能にした。開発したツールを用いて模様を描き、そのデータを利用してNCルータで連続模様を施したコースターと角盆を試作した。

キーワード：連続模様，テセレーション，ソフトウェア開発，DXF，NCルータ

1 はじめに

広い面積を1つの図形で埋め尽くすには四角形や正六角形などの多角形を用いる方法がある。しかし、直線のみで構成された模様は変化に乏しく、似たような雰囲気のものになってしまう。これが例えば動物の形をしたもので埋め尽くすことができれば、違った雰囲気を持ついろいろなバリエーションの展開が可能となると考えた。

そこで本研究では、曲線や直線で構成される1つの図形で平面を隙間なく埋め尽くすことのできる連続模様を、パソコン上で簡単に描くことのできるツールを開発した。

2 ツールの開発

2.1 連続模様の描画

連続模様を描画する方法はいくつかあるが、今回は正方形や正六角形などの多角形を基本とし、その各辺を変形させて模様を描く手法を採用した。この手法では、1つの辺を変形させたら必ず他の1辺（もしくは3辺）も同じ形を回転移動や対称移動した形に変形させる。これにより同じ図形を2つ並べたときぴったりと合わせることができ、これを繰り返せば1つの図形で平面を隙間なく埋め尽くすことができることになる。

例えば、正方形を基本図形として図1のように1つの辺を変形させた場合、他の1辺を変形させた辺と同様に外向きに、残りの2辺を内向きに变形させれば、この図形を縦横に無限に並べることができる。このとき、外向きに变形する辺と内向きに变形する辺の組合せを変えたり、变形する辺を1種類から3種類まで変えたりすることで、さまざまなパターンの模様を描くことができるようになる。表1に今回開発したツールで描画できる模様のパターンを示す。8種類の基本図形から全部で47パターンの模様を描くことができるようになっている。

2.2 DXF

パソコン上で描いた模様は、CADやIllustrator®などさまざまなソフトで加工できることが望ましい。DXFはAutodesk社が開発した図面フォーマットであるが、現在ではほとんどのCADでDXFを読み書きできる。従って、ファイルの出力形式をDXFにすれば、さまざまなソフトでデータの利用が可能となる。DXFはいくつかのセクションで構成されるが、今回は描画した模様の線情報のみ「ENTITIES」セクションに書き出すような最小の構成とした。基本的にDXFでの線の描き方は直線と円弧である。

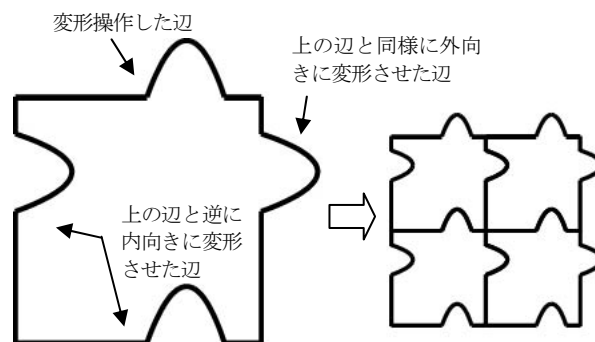


図1 連続模様の描画方法

表1 連続模様のパターン

変形させる辺の種類	基本図形	パターン
1	正方形	9
	ひし形	15
2	正方形	5
	長方形	3
	平行四辺形	2
	正三角形	3
	二等辺三角形	3
3	五角形	3
	五角形	2
	正六角形	2

しかし、次節で述べるように、開発したツールでは曲線を3点ベジェで描く方法としたため、このままではDXFでのファイル出力ができない。そこで、ベジェ曲線を8つに分割し、各分割点の間を円弧で補間することにした。これによりDXFでのファイル出力が可能となった。

ツールで出力したDXFファイルは、AutoCAD LT® 2005 (Autodesk)、ナスカ(浜松合同)、Illustrator® 8.0で読めることを確認した。

2.3 ツールの概要

ツールの開発にあたって、操作が簡単であることを第一のポイントとした。そのため、操作はマウスのみとし、数値を利用した細かい設定などは行わないこととした。また、模様の描画には何も無いところから自由に線を描くのではなく、線分を直線と曲線を使って変形させていくことで模様の外形のみを描いていくこととし、図形の内部に柄などを描くのはデータを移動したあとのCADやIllustrator®で行うことにした。

図2に示すのが開発したツールのメイン画面である。この画面上で模様の描画を行う。画面左側が基本図形の辺を変形させる操作ウィンドウである。3つに分割されているが、1種類の辺を変形させる場合は一番上に、2種類の場合は上と真ん中、3種類の場合は全てに辺が描画され、それぞれマウスを使って変形させる。

各辺を変形させたときにできる模様は右上のウィンドウに描画される。ここに描画された模様がDXFでファイル出力したときに保存される形状データとなる。ツールでは拡大・縮小機能を設けていないので、大きさを変更したい場合は模様を加工するソフトで拡大・縮小の処理をすることになる。右下には縮小した模様を並べて描画した。これにより模様を並べたときどのように展開するかをイメージすることができる。

ツールバーには5つのボタンを配置した。左から折れ点(アンカーポイント)の追加・削除、曲線変形、直線変形、元の直線に戻す、アンカーポイントの移動である。ユーザはこれらのツールを使って線分を変形させ模様を描いていく。今回、曲線変形には3点ベジェという方法を用いた。3点ベジェは2つの固定点と1つの制御点から曲線を描く手法で、以下のように媒介変数 t の式で表現される。

$$r(t) = A(1-t)^2 + 2Bt(1-t) + Ct^2 \quad (1)$$

ここで、 A 、 C は固定点、 B は制御点であり、マウス操作で B を変化させることで自由に曲線を描くことができるようにした。

メニューバーのファイルボタンからは、新規作成、作成した模様の保存、読み込み、DXFファイルの出力を行うことができる。初めて模様を作成するときは、新規作成

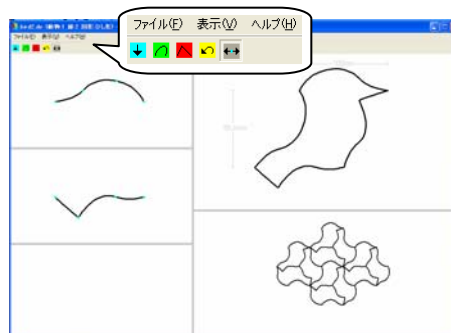


図2 開発したツールの画面



写真1 試作したコースター

ボタンから新規作成ダイアログを立ち上げ、基本図形や変形させる辺の数を選択して模様作成を始める。メニューバーの表示ボタンからは、模様パターンの変更を行うことができる。

3 試作

ツールを用いて模様を描き、NCルータとレーザ彫刻機で試作品を製作した。

ひし形を基に2種類の辺を変形させ鳥をイメージした模様を描いた。DXFで出力した形状をIllustrator®で読み、目と羽の柄を描いた。これをレーザ彫刻機で切断し、埋込んだコースターを製作した(写真1)。また、正方形を基にした模様をNCルータで加工した角盆も製作した。

4 まとめ

今回、曲線と直線を使った連続模様の描画、DXFファイルの出力という最小限の機能を備えたツールを開発した。

試作ではコースターや角盆といった木製品にツールを利用したが、デザインツールとしての利用の範囲は木製品に限らない。DXFで出力することでCADやIllustrator®での利用が可能となり、工業製品やアパレルなどいろいろな分野での活用が可能と考える。

文献

- 1) 藤田伸; “連続模様の不思議”, 岩崎美術社, pp.17-63 (1998).