

交配に基づく 2D モデリングインタフェース

八坂 俊 大野 義夫 藤代 一成

慶應義塾大学 理工学部 情報工学科

1 背景と目的

近年、より少ない入力でもモデリングを行うことや、より複雑なオブジェクトの作成、より高い編集機能などを実現するために、様々な手法のモデリングインタフェースが提案されている。例えば、操作結果の予測・提案により入力の手間を削減した“A Suggestive Interface for 3D Drawing”[1]や、ストロークの修正により簡単に編集を行えるようにした“FiberMesh”[2]などが知られている。

本研究では、簡単に 2D オブジェクトを作成するための新しい手法を提案する。ユーザはオートシェイプ機能と同様の操作でプリミティブを作成し、それらをクロス(交配)・コネクト(接続)することで目的のオブジェクトを得る。クロスは 2 つのプリミティブから両者の特徴を併せもった新たなオブジェクトを生成する操作であり、コネクトはオブジェクト同士を接続する操作である。開発中のシステムの概観を図 1 に示す。

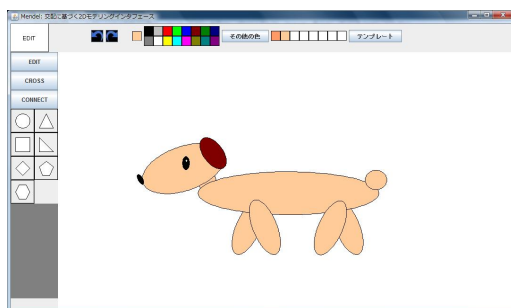


図 1: システムの概観

2 クロス

本システムには、編集・クロス・コネクトの 3 つのモードがあり、モードは各ボタンを押すことでいつでも変更することができる。クロスモード中に、あるプリミティブをドラッグして別のプリミティブにドロップすることで、それらのプリミティブがクロスされる。ある 2 つのプリミティブをクロスすると、両者の属性をもつ新たなオブジェクトが規則に従って生成される。

2.1 属性

各プリミティブは、形状、色、サイズ、縦横比、回転角、テキストの 6 つの属性をもつ。形状は、楕円、三角形、長方

A 2D Modeling Interface Based on Crossing
Shun Yasaka Yoshio Ohno Issei Fujishiro
Department of Information and Computer Science, Keio University

形、直角三角形、ひし形、五角形、六角形の 7 種類がある。サイズは各プリミティブの面積と定義し、縦横比はプリミティブに外接する矩形領域の、高さとの比と定義した。回転角は、プリミティブが何度回転したかを示し、テキストは縞模様などの簡単なものをいくつか用意した。

2.2 交配規則

クロスでは交換法則は成り立たず、プリミティブ A をプリミティブ B にクロスした場合とその逆の場合とでは結果が異なる。ここでは、A を B にクロスした結果 C が生成されることを $C = B \leq A$ と表すことにする。この場合、色は A の属性値が継承され、回転角は B の属性値が継承される。形状、サイズ、縦横比は A と B を比較し、規則に従って A, B の属性値を継承する(図 2 参照)。一方にだけテキストが貼られている場合はそのテキスト属性を継承し、両者に貼られている場合は A の属性値を継承する。

属性値の異なる箇所			継承されるプリミティブ			例	
形状	縦横比	大きさ	形状	縦横比	大きさ	操作	結果
○	-	-	A	B	B	○ \leq ○	○
-	○	-	B	A	B	○ \leq ○	○
-	-	○	B	B	A	○ \leq ○	○
○	○	-	A	A	B	○ \leq ○	○
○	-	○	A	B	B	○ \leq ○	○
-	○	○	B	A	A	○ \leq ○	○
○	○	○	A	A	B	○ \leq ○	○

図 2: 交配規則 赤字部分は属性値が異なっても変化しない特殊な場合を示す

2.3 属性の個別交配

本システムでは、プリミティブ同士をクロスする機能とは別に、ユーザの欲しい属性を選んでクロスする機能も提供する。属性を指定してのクロスでは、前述の規則にかかわらず指定した属性が必ず継承される。属性を指定する方法には次の 2 つがある。

2.3.1 ツールバーからのクロス

ツールバー上のボタンやパレットから各属性値を選んでプリミティブにドラッグすることで、形状、色、テキストをそれぞれ個別にクロスすることができる。シェイプパレットからのクロスでは、指定した形状とプリミティブの形状が異なる場合は形状が変化し、同一の形状をクロスした場合はサイズを保ったまま縦横比が 1 対 1 になるように整形される。

2.3.2 アトリビュートバルーン

クロスモード中にプリミティブをクリックすると、アトリビュートバルーンが表示される(図3参照)。バルーンはプリミティブがもつ属性をそれぞれ1つずつ表しており、バルーンをプリミティブにドラッグすることでその属性だけをクロスできる。

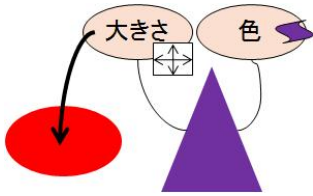


図 3: アトリビュートバルーン

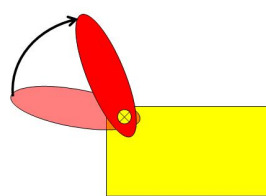


図 4: コネクト

3 コネクト

コネクトモード中にオブジェクトを別のオブジェクトにドラッグすることで、それらをコネクトすることができる。その際のマウスの位置が接続点となり、両者は接続点でコネクトされる。コネクトしたオブジェクト同士は、ドラッグによる移動の際には他方のオブジェクトと共に移動する。コネクトされる側を親、する側を子とよび、回転の際には親と子の挙動は異なる。

3.1 回転

他のオブジェクトの子になっているか否かで回転の仕方を変える。他のオブジェクトの子になっている場合、その接続点を中心に回転する。他のオブジェクトの親になっている場合は、他のオブジェクトとコネクトしていない場合と回転の仕方は変わらないが、親の回転に対応して子も回転する。親を複数もつ場合や、1つのプリミティブに対して複数の接続点をもつ場合、接続関係が環構造となっている場合は回転しない。

3.2 コネクトしたオブジェクトへのクロス

本システムでは、コネクトしたオブジェクトを他のオブジェクトにクロスすることはできないが、コネクトしたオブジェクトに対してクロスを行うことはできる。クロスはオブジェクト内の1つのプリミティブに対して行われ、クロスされたプリミティブは通常の交配規則に従って属性値を変える。そのプリミティブとコネクトしているプリミティブも、その結果を受けてそれぞれ属性値を変化させる。属性値の変化の仕方は、コネクトの親子関係や、そのプリミティブと直接コネクトしているか、間に他のプリミティブを挟んでコネクトしているか、などによって決まる。

4 前後関係の入れ替え

文献 [3] を参考にし、編集モード中にクリックすることでプリミティブの前後関係を入れ替える機能を提供する。クリックした点にあるプリミティブの個数により、入れ替わり方が異なる。

- (a) クリックした点にあるプリミティブが1つの場合
1回目のクリックで最前面へ移動し、続けてクリックすると最背面へ移動する。
- (b) クリックした点にあるプリミティブが複数の場合
1回目のクリックで最前面から1,2番目のプリミティブの前後関係が入れ替わり、続けてクリックすると最前面のプリミティブが最背面へ移動する。

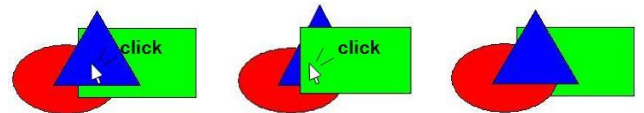


図 5: 前後関係の入れ替え

5 まとめと今後の課題

本システムを用いて作成したモデルの例を図6に示す。図6のモデルは49個のプリミティブで構成されており、作成には10分程度の時間がかかった。この時間のほとんどはユーザの対話時間である。

本稿では、モデリングの新たな手法として、交配に基づくモデリングインタフェースを提案した。現状2Dに限って実装しているが、今後は3Dに拡張して実装を進めていく予定である。また、本来クロスの良いところは、複数のプリミティブ同士をクロスできることにあると考えられるが、本システムではまだ1対多のクロスまでしか対応していない。多対多のクロスには、接続の位置・角度から、どのプリミティブとどのプリミティブを対応させるのか、もしくはどのプリミティブともクロスせずコネクトするのか、といったことを判断する必要があり、様々なパターンが考えられる。



図 6: モデリング例

参考文献

- [1] Takeo Igarashi, John F. Hughes: "A Suggestive Interface for 3D Drawing," Proc. 14th Annual Symposium on User Interface Software and Technology (UIST'01), pp.139-148, November 2001.
- [2] Andrew Nealen, Takeo Igarashi, Olga Sorkine, Marc Alexa: "FiberMesh: Designing Freeform Surfaces with 3D Curves," ACM Transactions on Graphics, Volume 26, Issue 3, Article No.41, July 2007.
- [3] Takeo Igarashi, Jun Mitani: "Apparent Layer Operations for the Manipulation of Deformable Objects," ACM Transactions on Graphics, Volume 29, Issue 4, Article No.110, July 2010.