

# インタラクティブGAによる自動車ボディ形状のデザイン支援

日大生産工（学部） ○竹内 太一 日大生産工 吉田 典正

## 1 はじめに

現在、自動車の初期デザインは、デザイナーによって手書きで行われ、そこから3次元モデルが作成されている。本研究では、遺伝的アルゴリズム[1]の突然変異によってデザインの初期発想をより豊かにすることを目的とし、初期デザインシステムの構築を行う。自動車のボディは非常に複雑であり、そのまま交叉させると非常に膨大な頂点数の交叉が必要になる。そこで、Catmull-Clark 細分割曲面によってボディ形状を現し、少ない頂点数での遺伝的アルゴリズムの交叉を行う手法を提案する。

## 2 遺伝的アルゴリズム

遺伝的アルゴリズム（以下GA）[1]は、生物の遺伝子の複製、選択淘汰のメカニズムをモデルとして作られた計算手法で、主な目的は最適解の探索である。

GAで扱う情報は、PTYPEとGTYPEの2つからできている。生物にたとえるならばPTYPEとは目に見える物体で、GTYPEは遺伝子といえるだろう。CGにたとえるなら、PTYPEは可視化されたポリゴンで、GTYPEはその頂点情報といえる。

図1にはGAの基本的なイメージを示した。最初に何種類かの魚がいて（ $t$ 世代）、環境に応じてPTYPEから適合度が決まる。この適合度

が大きいものほど次の世代にGTYPEを残しやすく、適合度が小さなものほど死滅しやすいようにする。

この結果、次の世代（ $t+1$ 世代）は環境に、より適応した固体が生成される。さらに、固体だけではなく、全体としても適合度が上がると予想される。これを繰り返すことにより、最適解に近づいていくというのがGAの仕組みである。

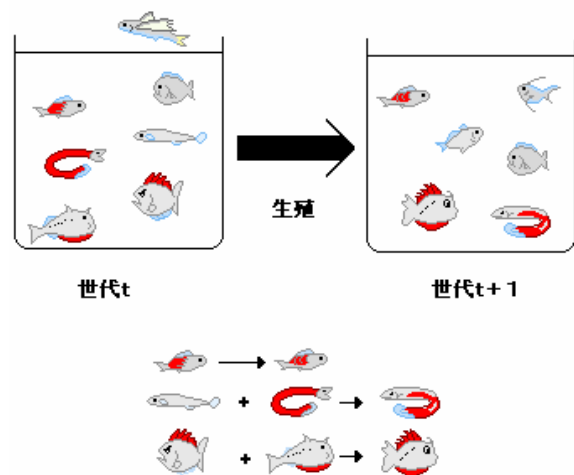


図1 GAの仕組み

インタラクティブGAのGAとの違いは、選択の部分人間が行うところにある。GAの場合は環境が次の世代をつくる親を選択するので自然環境にたとえられる、インタラクティブ

GAの場合は品種改良にたとえられる。GAの処理の流れを図2に示す。

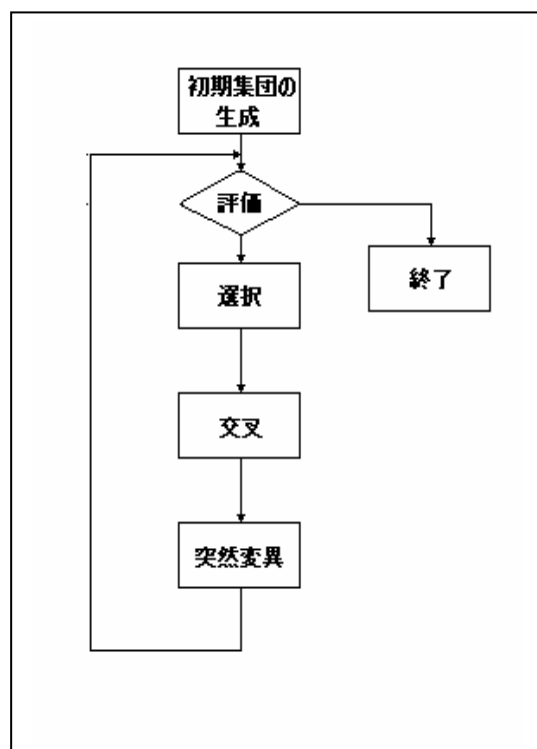


図2 GAの処理の流れ

### 3 Catmull-Clark 細分割曲面

Catmull-Clark 細分割曲面[4]はメッシュを滑らかに細分化するアルゴリズムである。この手法を用いることにより細分割した滑らかな曲面を生成することができる。

Catmull-Clark 細分割では、少ないポリゴン数の粗いメッシュからよりポリゴン数が多く滑らかなメッシュを作り出すことが可能である。そのため、大量のデータを保存、または調整することなく高解像度のモデルを扱う事が可能である。図3に、立方体を細分割した様子を示す。

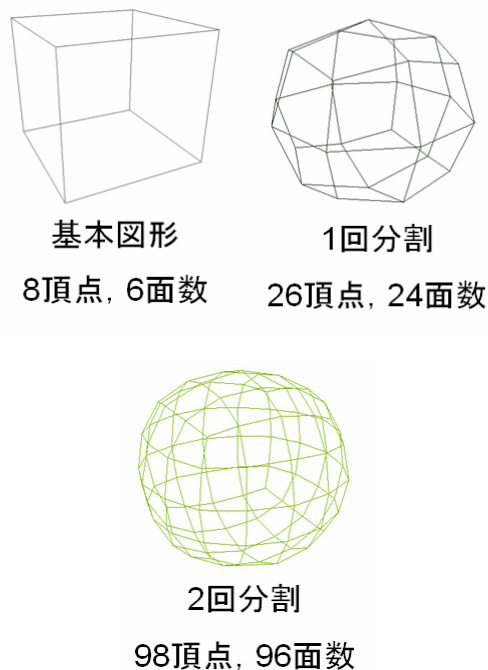


図3 Catmull-Clark 細分割

### 4 システム概要

本システムでは、セダン、ワゴンといったボディの形状を交叉によって混ぜ、二つの形状の中間に近いものを作成する。その後、交叉を繰り返すことによって新しいものを作成していく。2回目の交差からは初期集団と交差結果の交差となる。丸みをつけたければワゴンを、細く低くしたければスポーツカーをとといった選び方をしていく事で最適解に近づけていく。

交叉は関連した頂点のデータ同士を平均化交叉している。よって、頂点数が違うモデル同士を交叉することはできない。システムのフローチャートを図4に示す。

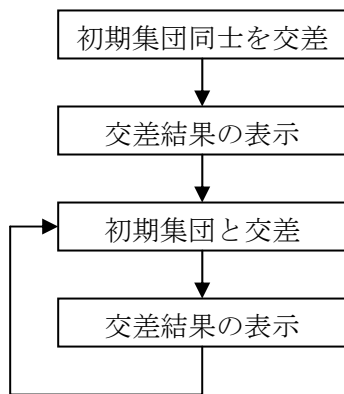


図 4 システムのフローチャート

#### 4. 1 初期集団の作成

初期集団のモデルはメタセコイアという 3DCG 作成ソフトによって作成されており、そのファイルを読み込むことにより頂点情報を得ている。これにより好きな形状を自分で自由に作成し交叉できるようになっている。なお、読み込めるファイル形式は obj 形式のみである。

モデルは総頂点数 482（ボディ 226、タイヤ 256）、総面数 472（ボディ 224、タイヤ 248）で作成されている。元となるデータを用意しそれを変形させることで新しいモデルを作成している。これによって頂点数を変更することなく様々な形状を作成することができる。

交叉した結果を頂点データとして出力することができる。これにより交叉結果を保存、また初期集団として追加することも可能である。

図 5 に初期集団の作成の様子を示す。

#### 4. 2 Catmull-Clark 細分割曲面の利用

自動車のボディはほとんどが曲線でできている。モデルを作成する際、その曲線を全て手作業で調節するのは大変な作業である。しかし、頂点数を減らすと表現力が落ちてしまう。その両方を解消する策として Catmull-Clark 細分

割 [3] [4]を採用した。これによって曲面の表現が簡単にでき、モデル作成時の作業も制御点を調節する事で軽減されている。

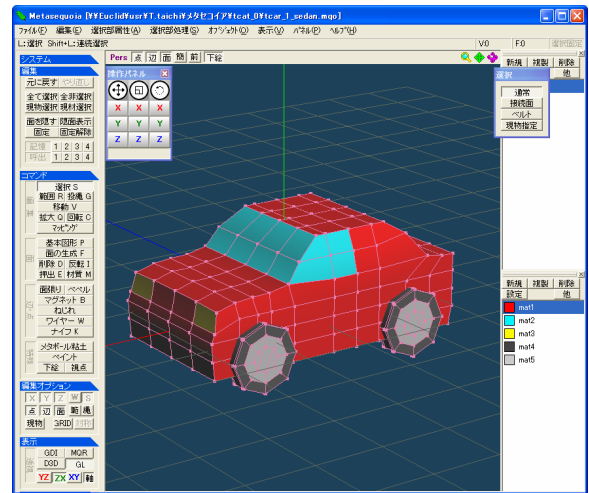


図 5 モデリングソフトでの初期集団作成

#### 5 実行画面

プログラムは WindowsXP 上で Visual C++ 及び OpenGL を用いて作成した。初期集団の中からリムジンの形をモデル(図 6)としたものと、ワゴンの形をモデル(図 7)としたものを交叉させた。その交叉結果を図 7 に示す。

交叉結果を Catmull-Clark 細分割した結果を図 8 に示す。

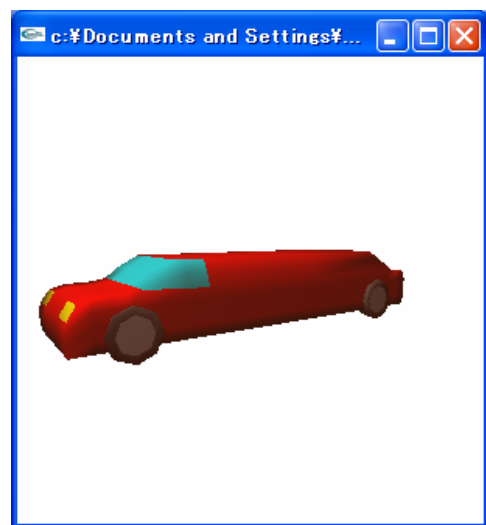


図 6 リムジンのモデル

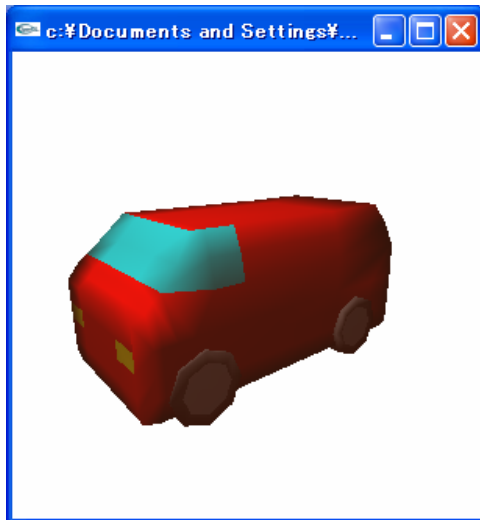


図7 ワゴンのモデル

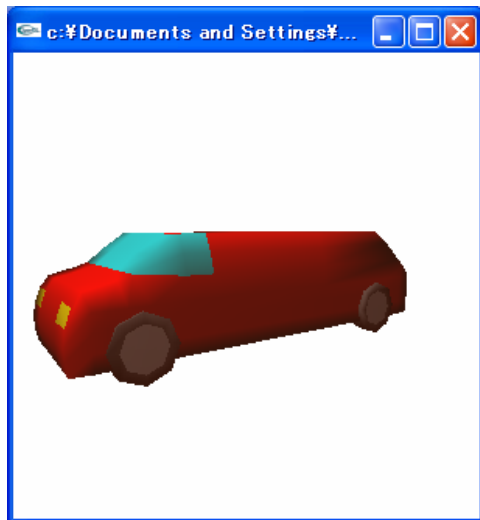


図8 リムジンとワゴンの交差結果



図9 図8をCatmull-Clark細分割した結果

## 6 まとめと今後の展望

今回は頂点情報を遺伝情報とし、インタラクティブGAを利用した。ボディ形状を交叉することにより新しいモデルを作成した。

Catmull-Clark 細分割曲面を利用し、少ない頂点データ量で、より滑らかな自動車のボディに近い曲線を表現した。

今後の展望は、初期の発想支援で予想外なものができるように、突然変異を起こすこと。フロント部分やルーフ部分など気に入っている部分を次世代に残せるようにすること。自動車の印象で重要となるフロントマスクのライト、開口部の要素を追加する。使いやすいインターフェイスの作成。また、結果を obj 形式で出力し初期集団に加えられるようにすることも必要であると考えている。

### 「参考文献」

- [1] 伊庭斉志、進化論的計算の方法、東京大学出版会、1999.
- [2] 難波政佳／小部昌史／蔡東生：インタラクティブGAによる仮想日本庭園設計、情報処理学会グラフィクスとCAD研究会、2003.
- [3] 内藤一郎、Catmull-Clark 細分割局面を利用したモデリング、日本大学生産工学部吉田研究室卒業論文、2005.
- [4] Tony DeRose、Michael Kass、Tien Truong : Subdivision Surfaces in Character Animation、  
<http://www.cs.rutgers.edu/~decarlo/readings/derose98.pdf>.