

# 芯線を用いたスケルトン抽出による 2D キャラクタの自由変形法

野中 伸<sup>†</sup> 中西 悠介<sup>‡</sup> 松田 浩一<sup>†</sup>

岩手県立大学 ソフトウェア情報学部<sup>†</sup>

岩手県立大学 ソフトウェア情報学研究科<sup>‡</sup>

## 1. はじめに

近年、初心者でも容易に CG の作成や編集が出来るようになってきている。しかし、アニメーションはいまだに、初心者にとっては敷居の高い作業である。これは、アニメーションが形状の特徴に合わせた変形が必要になるためであり、この問題を解決するためには、大きく 2 つの手法が提案されている。スケルトンを用いる方法と空間を歪ませる方法である。

スケルトンを用いる手法は、人体などキャラクターの内部構造を模倣したスケルトンを作成し、スケルトンに沿った変形を行う手法であり、内部構造を模倣しているため、直感的な変形が可能になる。しかし、スケルトンの作成には慣れと知識が必要になる。空間を歪ませて変形する手法は、形状の周りの空間を変形させる手法であり、内部構造を全く知らなくても形状に合わせた変形が可能になるが、意図した空間の設定が困難な場合がある。これらの手法は、変形させるためにスケルトンの作成や変形範囲の決定など何らかの前準備を必要としており、初心者には困難な作業になっている。

Igarashi らは、スマートスキンなどを用いて、2D の形状を掴んで変形させる手法を提案している [2]。この手法は、さまざまな前準備が必要なく、2D キャラクタの全体的な変形を可能にしている。しかし、キャラクターの腕や足のみのようなパーツごとの変形を得意としていない。

そこで、筆者らは初心者でも容易に形状の特徴に合わせた変形を可能にするために、少ない操作でパーツごとに変形させる事を目的としている。そのため、初心者にとって困難な作業である、スケルトンの作成や変形範囲の決定といった、前作業の自動化が必要になる。

本研究では、対象の形状を 2D キャラクタとし、2D キャラクタに擬似スケルトン(以下ではスケル

トンと呼ぶ)の自動生成アルゴリズムを提案し、2D アニメーションの作成を支援するプロトタイプシステムを作成した。

## 2. スケルトン抽出による自由変形法のアルゴリズム

本手法では、輪郭線を Igarashi らによる Teddy の芯線抽出アルゴリズム [1] を適用して抽出した芯線を用いて、スケルトンを作成する。そして、前準備を何も行わない、一回の操作で変形範囲の決定を行い、2D キャラクタのパーツごとの変形を可能にする手法を提案する。以下にアルゴリズムを述べる。

### 2.1 輪郭線抽出

輪郭線は、画像データや手書きによるストロークで入力する。

画像データの場合は、輪郭線を持つキャラクターの書かれた 256 × 256 の画像を用いる。その外周の画素の有無を調べ、1 つの閉じた輪郭線を抽出する。抽出においては、画素の 8 近傍を上部から反時計回りに探索し、0 の次に探索した画素が 0 よりも大きい画素を次に調べる画素として探索していき、最初に探索した画素に戻るまで再帰処理を行う。

### 2.2 芯線抽出

抽出した輪郭線を用い、Igarashi らによる Teddy の芯線抽出アルゴリズム [1] を適用し、芯線の抽出を行う(図 1)。

本手法では、芯線抽出のために制約付きドロネー三角形分割を行うがその際、作成されたドロネー三角形を初期形状として最初のみ設定する。

### 2.3 スケルトン作成

スケルトンの作成は、抽出した芯線の端点と、分岐点を芯線の接続を用いて繋いで作成する(図 2)。芯線の方岐点は、ドロネー三角形の辺が一つも輪郭線に接していない三角形であり、2D キ

An automatic skeleton extraction method from 2D character  
<sup>†</sup>Shin NONAKA, <sup>‡</sup>Yusuke NAKANISHI, <sup>†</sup>Koichi MATSUDA  
Faculty of Software and Information Science, Iwate Prefectural University (<sup>†</sup>)  
Graduate School of Software and Information Science, Iwate Prefectural University (<sup>‡</sup>)

キャラクターの各パーツの分かれ目に出来るため 2D キャラクターの関節として設定することが可能である。



図 1 芯線



図 2 スケルトン

## 2.4 変形範囲の決定

次に作成したスケルトンを用いて、変形範囲の決定を行う。変形範囲の決定は、クリックした位置から探索対象になるスケルトンまでの垂線の長さを調べ、一番垂線が短いスケルトンを見つける。探索対象のスケルトンとは、スケルトンの線分とクリックした位置で垂直な線分が取得可能なスケルトンになる。それらは、スケルトンの片方の端点から反対側の端点とクリックした位置までの二つのベクトルを用いて内積を行い、その結果の正負を用いて、探索対象のスケルトンであるかを判断している。

探索した結果抽出されたスケルトンを用い、変形範囲の決定を行う。抽出されたスケルトンの両端点からクリックした位置までの距離を調べ、距離が長い側の端点を変形時の回転軸として設定する。

回転軸が決定できたならば、回転軸が含まれているドロネー三角形を構成する三辺の中で、抽出したスケルトンの回転軸でない端点繋がっている方向にドロネー三角形を探索していき、探索したドロネー三角形を変形可能な三角形とすることで変形範囲を決定している(図3)。



図 3 変形範囲表示

## 3. 実験

本手法を用いたプロタイプシステムを作成し、2D キャラクターの変形を行った。その結果、図4の2つの例のように、元画像から2D キャラクターに合わせたスケルトンが作成され、前準備の必要が無く、一回の操作で形状の特徴に合わせた変形が可能になった。

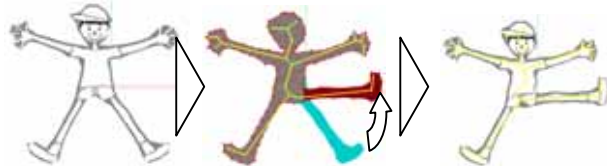


図 4 変形例

## 4. おわりに

本研究によって、一般的な入力デバイスを用いて 2D キャラクターの特徴に合わせた変形が前準備を必要とせず一回の操作で可能になった。これによって、CG 初心者にとって困難であった、スケルトンの作成や変形範囲の決定といった、前準備が自動化したため、初心者でも形状の特徴に合わせた変形が可能になった。

今後の課題として、2D キャラクターが腕組みをしている場合など輪郭線が出ない場合の問題や、現在の变形方法がフォワードキネマティクスのみになっているので、インバースキネマティクスの変形法を実現させることである。

さらに、本手法を 3D キャラクターのシルエットに用いることが出来れば 3D キャラクターの変形も可能になると思われるので、3D キャラクターへの適用も考えていきたい。

## 参考文献

- [1] Takeo Igarashi, Satoshi Matsuoka, Hidehiko Tanaka, "Teddy: A Sketching Interface for 3D Freeform Design", SIGGRAPH 99, 409-416, 1999
- [2] Takeo Igarashi, Tomer Moscovich, John F. Hughes, "As-Rigid-As-Possible Shape Manipulation", ACM SIGGRAPH 2005, 2005