

大局的な制御を有する曲線とその性質

7Q-5

1 岡 智明<sup>1</sup> 古川 進<sup>2</sup> 黒田 満<sup>3</sup> 伊藤 誠<sup>1</sup>

中京大学情報科学部<sup>1</sup> 山梨大学工学部<sup>2</sup> 豊田工業大学<sup>3</sup>

1. はじめに

曲線生成においてはC<sup>1</sup>連続、つまり接線方向の変化が連続なことはもちろんのこと、C<sup>2</sup>連続つまり曲率連続であることが望ましいといわれている。しかし、曲率が連続であってもその生成された曲線はうねりを生じていたりして、見た目に美しくない場合がある。そこで曲率連続であることではなく生成された曲線が見た目に滑らかかどうかをみる場合の曲線生成方法について、曲率連続でない方法で生成された曲線と曲率連続になる方法で生成される曲線の違いを見る。また、C<sup>1</sup>連続である曲線を複数のセグメントで繋いだとき、制御が局所的なものになってしまうがこれを制御点の位置を変えずに大局的に制御する方法もみてみる。

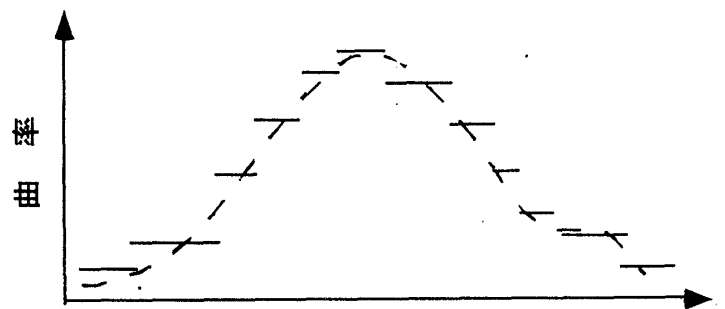
2. 方法 1

与えられた曲率グラフをもとに、異なる半径と弧の長さを持つ複数の円弧をその端点において接線方向を連続にして接続した円弧列による曲線を生成する方法を示す。

2.1 円弧列を生成するための曲率グラフ

連続な曲率グラフを与え、この曲率曲線上にサンプルの点を一定の間隔でとる。次にこのそれぞれのサンプル点についてこの点を通る水平線を引く。そ

れぞれの水平線の水平方向の範囲は隣合うサンプル点との中間点までの長さとする。この操作で求める円弧列による曲線を生成するための階段状の曲率グ



線 長

--- 与えられた曲率グラフ  
 ——— 円弧列の曲率グラフ

ラフが求められる。

2.2 円弧列の接続

求めた円弧列の曲率グラフから円弧列による曲線を求める。上で求めた曲率グラフにおいてサンプル点を通るそれぞれの水平線分は、その水平線分の長さが示す弧の長さを持ち、その線分の高さが示す曲率半径をもつ円弧となる。各円弧の間は接線の向きが連続になるように接続する。具体的にはある円弧を曲率グラフが示すこの長さで曲率半径で描く。次に描く円弧は前の円弧の端点を描画の出発点とし円

Curves with global control and its nature.

Tomoaki OKA<sup>1</sup>, Susumu FRUKAWA<sup>2</sup>, Mitsuru KURODA<sup>3</sup>, Makoto ITO<sup>1</sup>

Chukyo University<sup>1</sup>

Yamanashi University<sup>2</sup>

Toyota Technological Institute<sup>3</sup>

弧の端点での円の中心への方向がわかるので中心への方向も合わせる。そして求めた曲率グラフが示す弧の長さや曲率半径で円弧を描く。以下これを繰り返す。

## 2.3 改善点

求めた曲率グラフにおける階段1段が生成曲線の円弧1つを生成するので、曲率グラフの階段の段数が多いほど生成曲線を構成する円弧の数が多くなることになる。このことにより、曲率グラフにおいて曲率の変化の大きいところではサンプル点の間隔を小さくして曲線を表現する円弧の数を増加させ、曲率の変化があまりないところではサンプル点の間隔を大きくすることにより曲線を表現する円弧の数を減少させる。これにより曲線をより細かく制御できる。

## 2.4 比較

得られた円弧列による曲線の評価をするために $C^2$ 連続曲線を用い、その曲率グラフを使って円弧列曲線を生成し、元の曲線と生成された円弧列曲線の比較を行う。

## 3. 方法 2

### 3.1 目的

複数のセグメントから成る $C^1$ 連続なファーガソン曲線では制御点を動かしてみたりその接線ベクトルを変えてみても、その影響を受けるのはその点が属するセグメント内だけである。この局所的な制御のため、意図したとおりの曲線に成らず、さらに隣のセグメントの曲線との間で大きな曲率をもつうねりを生じてしまうことがある。これを解決するため曲率グラフを元にして、ある点を制御したときにその点が属さない他のセグメントにも制御点の位置は動かさずに制御の影響が伝播するような、大局的な制御を行う。

## 3.2 方法

曲線を表現する通過点やその接線ベクトルを変化させるとその点が属するの両側のセグメントが影響を受けるが、その点が属さないその他のセグメントは影響を受けない。この両側のそれぞれのセグメントについて曲率の絶対値の最大値がなるべく小さくなるようにそのセグメントのもう一方の制御点の接線ベクトルの向きと大きさを変化させる。同様に変化させた接線ベクトルの属する点の反対側のセグメントについても同じようにして曲率の絶対値の最大値を低く抑えるように接線ベクトルを変化させる。制御点自体の位置は変化させない。これにより、指定された通過点を変えずに曲率の絶対値の最大値を抑えた曲線が生成させる。

## 4. おわりに

ここでは円弧列による曲線生成を提案したが、楕円、放物線などの簡単な形で表される曲線での近似曲線を検討していきたい。ここで提案した円弧列による曲線は $C^2$ 連続な曲線生成方法ではないので自動車ボディのような工業製品の設計には向かないが、そこまでの精度を必要としない場合において、曲線が必要なときや、円弧補間を用いる彫刻システムのためのデータを作るのに役に立つものと思う。

## 参考文献

- [1] "コンピュータグラフィックス", 総合研究所画像情報センター