

自動地図作成の線情報出力の問題点

和歌山工業高等専門学校 正員 星 仰
 和歌山技術コンサルタント 正員 中西 修
 本州四国連絡橋公団 正員 ○古家 和秀

1. はじめに

本研究の目的は、線情報のスムーズ化において、3次曲線を適用した場合の線出力の問題点を、モデル作成により実験的に調べて、3次曲線が、線情報のスムーズ化に適合できるように、データポイントの条件を見い出そうとしたものである。

2. 3次曲線の使用手法

3次方程式を解くには、4つの条件が必要であり、ここでは4点 $\{(x_1, y_1), (x_2, y_2), (x_3, y_3), (x_4, y_4)\}$ により、3次方程式を決定するために、下記の式を使用する。

$$Y = X_1 y_1 + X_2 y_2 + X_3 y_3 + X_4 y_4 \quad \text{--- (1)}$$

ただし、 $X_1 = (x-x_2)(x-x_3)(x-x_4) / ((x_1-x_2)(x_1-x_3)(x_1-x_4))$, $X_2 = (x-x_1)(x-x_3)(x-x_4) / ((x_2-x_1)(x_2-x_3)(x_2-x_4))$
 $X_3 = (x-x_1)(x-x_2)(x-x_4) / ((x_3-x_1)(x_3-x_2)(x_3-x_4))$, $X_4 = (x-x_1)(x-x_2)(x-x_3) / ((x_4-x_1)(x_4-x_2)(x_4-x_3))$

上記の(1)式により、4点1組で曲線が描けるのだが、1点だけの重複では数学的不連続が発生するのはもちろんのこと、点自体に関連性が少ないため、一連した線 directional なくしてしまいがちである。そこで点自体に関連性を持たすため、3点を重複させて方程式を求め、中区間つまり2点目から3点目だけを描きつないでゆく方法を採用した。

3. 曲線両端の問題点

2. で述べた方法により、与えられたN個の点をつないでゆくと、1点目から2点目とN-1点目からN点目の両端区間が描かれない。そこで曲線を、開曲線と閉曲線の2つに分けて、それぞれについて解決策を考え、モデルによって実験してみた。

3-1 開曲線両端の問題点の解決策

1) 両端区間だけを直線で結ぶ方法

プログラムは簡単だが、数学的不連続が生じやすくスムーズ化にはもうひとつだ。

2) 同一角度と同一距離に点を仮定する方法

図-1のように点がある場合、仮定点 (x, y) は次式で求める。

$$x = x_1 + D \cdot \cos(\theta_3) \quad , \quad y = y_1 - D \cdot \sin(\theta_3)$$

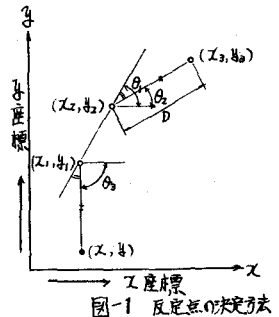
ただし、 $D = \sqrt{(x_3-x_2)^2 + (y_3-y_2)^2}$, $\theta_1 = \tan^{-1}\{(x_2-x_1) / (y_2-y_1)\}$

$$\theta_2 = \tan^{-1}\{(x_3-x_2) / (y_3-y_2)\} \quad , \quad \theta_3 = \pi - 2 \cdot \theta_1 + \theta_2$$

この方法だとプログラムは少し複雑になり点の位置関係によっては、「オーバーシュート」が発生するが、点に条件を与えることにより、人間の想像する方向性になり近づく。

3) 最初は同一点、最後は延長点を仮定する方法

最初の区間では、「オーバーシュート」が発生しなかったが、最後の区間では2)と同様であった。



3-2 閉曲線両端の問題点の解決策

- 1) 同一角度と同一距離に点を仮定する方法(図-2-a)
- 2) 最初は同一点 最後は延長点を仮定する方法(図-2-b)
- 3) 点を重複させて使用する方法(図-2-c)

N個の点で閉合している場合1点目とN点目は同一点である。3)は、仮定する点を最初はN-1点目に、最後は2点目に一致させた方法である。

図-2より、3)の方法が、他の2つよりスムーズ化に適合していることがわかる。

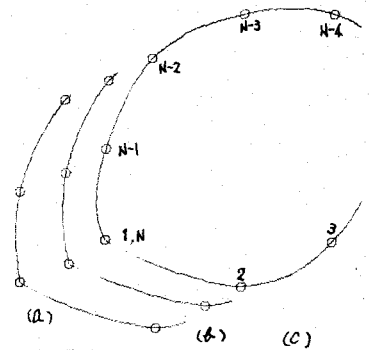


図-2 閉曲線両端問題解決モデル

4. 「オーバーシュート」の問題点

ここでの「オーバーシュート」とは、視覚的に見て、不自然に飛び出しているものの総称である。

まず、図-3-aのように点を取り中央の第4点を上下に順次ずらすと、しだいに中央で「オーバーシュート」が発生する現象が見られた。その原因を2点から調べた。

1) 夾角の変化

図-3-aのモデルの前3点、後4点の位置関係は変化させず、ほぼすべての点間隔を等しくしたまま夾角を変化させたのが図-3-bであり、このモデルでは「オーバーシュート」が発生しなかった。

2) 距離の変化

図-3-aのモデルの第4点だけを左右に移動させて、点間の距離の急変をおこなうと、図-3-c,dのように「オーバーシュート」が発生した。

以上のことから「オーバーシュート」は、距離に関係が深いといえ、4点の距離比によって調べた結果図-4が得られた。

5. おわりに

以上の結果より、つぎの条件を満たせば3次曲線によりスムーズ化できると思われる

- 1) 点間の距離が急変しないこと
- 2) 夾角が鋭角でないこと
- 3) 夾角が鋭角の時は、1点飛ばして直線で結んだとき、3点以上連続して外側にあること。

以上を考えて作成したモデルが図-5である。

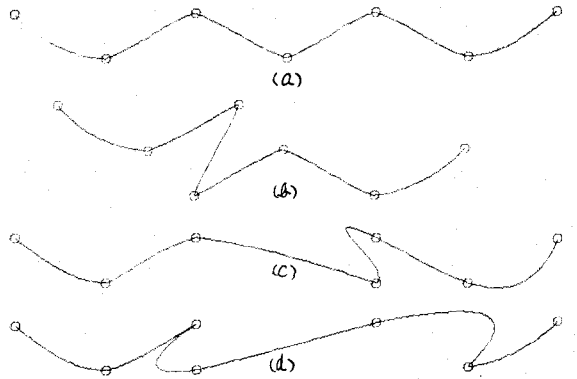


図-3 オーバーシュート調査モデル

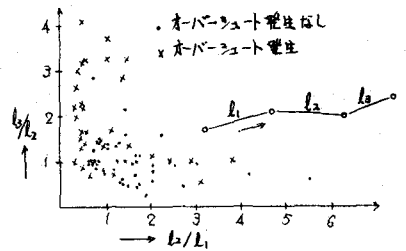


図-4 距離比によるオーバーシュート

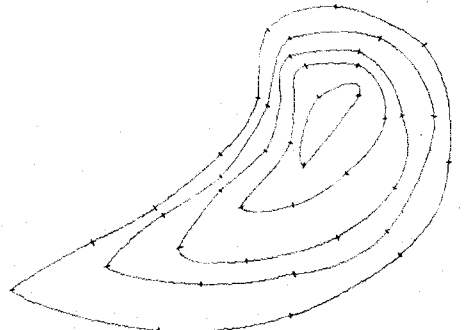


図-5 条件を考慮した3次曲線モデル