

幅の変化する曲線の対話的作成のための 凸形状特徴を用いた制約点選択*

佐藤 信[†]
岩手大学[†]

概要

幅の変化する曲線の対話的な作成のために、形状制約点の選択方式を提案する。この方式では、対話的に入力した位置から、その位置に近い凸形状である部分曲線を形状特徴として探索する、そして、曲線を折れ線近似する線を基準線として、探索した凸形状の部分曲線と基準線との距離が極値をとる点を形状制約点として選択する。この制約点について、移動制約または曲線補間制約を満足して、基準曲線と類似形状の曲線を作成する。この基準曲線とその曲線を基にして作成した類似形状の曲線により幅の変化する曲線の輪郭を表現する。この方式は、幅の変化する曲線を直感的に作成するために適した方式である。

1 はじめに

本稿では、曲線の形状類似性制約を用いた幅の変化する曲線の対話的な作成のために、形状制約点の選択方式を提案する。この方式では、曲線形状の作成のための最適化計算で用いる形状制約点を、曲線の凸形状特徴に基づいて選択する。凸形状部分の近傍の座標値入力から、制約点を選択可能であることから、直感的な対話的操作に適する方式である。また、この幅の変化する曲線は、SVGなどのベクトル・グラフィックスでの表現に適する。

2 凸形状特徴を用いた制約点選択

2.1 関連研究

基準曲線と形状類似な曲線を作成する方式としては、佐藤等 [1] がある。そこでは、Bartels 等 [2] による、基準曲線の曲線制御点の変化量を最適化する曲線洗練化の方式を拡張して、類似形状曲線を作成している。幅の変化する曲線作成法に関する研究としては、Saito 等 [3] が

ある。そこでは、基準曲線の周囲に幅の変化する曲線をレンダリングする方式を提案している。

2.2 形状類似性制約による幅の変化する曲線

基準曲線、および、その類似形状曲線により幅の変化する曲線の輪郭を作成する手法を、佐藤等 [4] が提案している。この手法での最適化計算のための制約点を、凸形状特徴を用いて自動選択するための方式を提案する。

2.3 制約点選択アルゴリズム

基準曲線 Q から形状類似曲線 S を作成する場合について、制約点の自動選択アルゴリズムを以下に示す。

Step 1 基準曲線 Q の凸形状部分の近傍で、座標点 I を入力する。

Step 2 Q 上で曲線の長さについて等間隔 d でサンプリングした点からなる点列 P を作成する。ここで、 d は、 Q の凸形状部分が複数存在する場合に、 Q に沿って隣接する凸形状部分の頂点の曲線上での最短距離の $\frac{1}{2}$ であり、あらかじめ与えられた値である。

Step 3 Douglas 等 [5] の手法により、 P から形状特徴を表現した点列 R を作成する。 R の各点 R_i ($0 \leq i \leq n$) について、それぞれの点を選択するための基準として用いた線分を C_i とする。ここで、 n は、 R の作成のための、 R_i と C_i の距離の閾値により決定される。

Step 4 I との距離が最小である Q 上の点 N を求め、 N との Q に沿った距離が最小である R に含まれる点 R_p を選択する。そして、 Q に沿って R_p に隣接する P に含まれる点 P_{p_r} と P_{p_l} を選択する。

Step 5 Q 上の P_{p_r} と P_{p_l} に挟まれた区間について、線分 C_p に直交する方向に座標軸をとった場合に、その座標値が極値をとる Q 上の点 M を求める。 M を、形状類似曲線 S を作成するための最適化計算で用いる制約点とする。

*Selection of Constraining Points Using Convex Shape Feature for Interactive Varying Thickness Curves

[†]Makoto Satoh, Iwate University

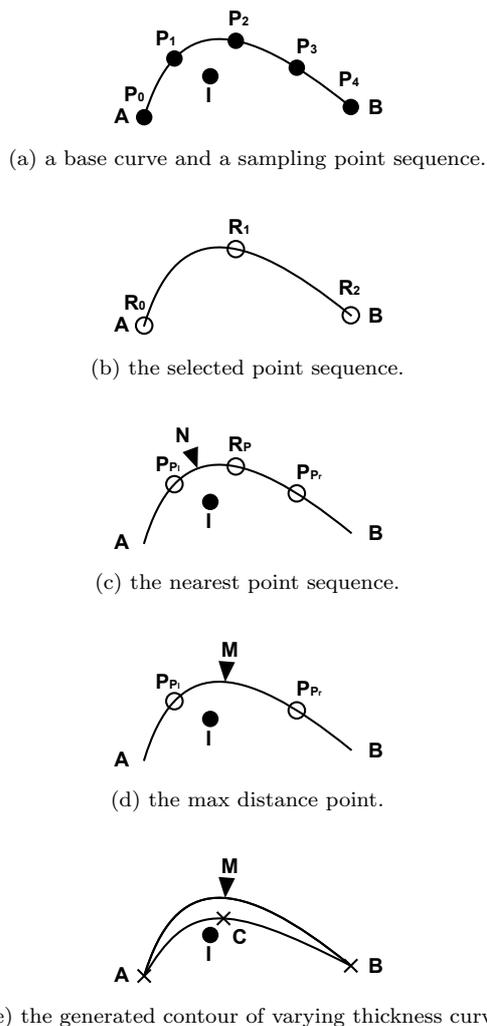


図 1: An example of constraining point selection.

3 実装と結果の検討

提案手法を、Java 言語を使用して実装した。Bezier 曲線の表現形式には、SVG を使用した。図の曲線と位置を示すマークは、実装したプログラムでの計算値を基にして、そのプログラムで直接、SVG ファイルを出力し、それを EPS に変換したものである。

Example3.1.(図 1 参照)

この例では、幅の変化する曲線の輪郭を作成するための制約点を自動選択するためのアルゴリズムの各段階を説明している。図 1(a) の座標点 I の入力から制約点を自動選択することにより、曲線 AB を基準として、図 1(e) の幅の変化する曲線の輪郭線 $AMBCA$ を作成している。図 1(a) では、曲線 AB から曲線の長さについて等間隔でサンプリングした点からなる点列 P を作成している。図 1(b) では、点列 P から形状特徴を表現した点列 R を作成している。点 R_1 を選択するために用いた基準の線分 C_1 は、線分 AB である。図 1(c) では、入

力 I との距離が最小である曲線 AB 上の点 N を求め、点 N との曲線 Q に沿った距離が最小である点列 R に含まれる点 R_p を選択する。そして、曲線 AB に沿って点 R_p に隣接する点列 P に含まれる点 P_{p_r} と P_{p_l} を選択している。図 1(d) では、曲線 AB 上の点 P_{p_r} と P_{p_l} に挟まれた区間について、基準線分 C_1 に直交する方向に座標軸をとった場合に、その座標値が極値をとる曲線 AB 上の点 M を求めている。図 1(e) では、曲線 AB 上の点 A と B の移動量が 0 であり、点 M を点 C に移動するという制約条件を満たしながら、曲線 AMB と形状が類似な曲線 ACB を求めている。曲線 Q_{AMB} と曲線 Q_{ACB} により、幅の変化する曲線の輪郭線が表現できていることが分かる。

4 おわりに

曲線の形状類似性制約を用いた、幅の変化する曲線作成のために、制約点の自動選択方式を提案した。今後の課題には、幅の変化する曲線を作成するためのユーザインタフェースに関する研究がある。

参考文献

- [1] 佐藤信, 三輪譲二: 導関数ベクトルの非均一相似性制約に基づく曲線洗練化法, 情報処理学会研究報告-グラフィクスと CAD, 第 2011-CG-142 巻, pp. 1-6 (2011).
- [2] Bartels, R. and Forsey, D.: Constraint Based Curve Manipulation, in *Tutorial Notes: Splines in Computer Graphics prepared for Eurographics '94*, pp. 31-36 (1994).
- [3] Suguru Saito, Y. C., Akane Kani and Nakajima, M.: Curvature-based stroke rendering, *The Visual Computer*, Vol. 24, No. 1, pp. 1-11 (2008).
- [4] 佐藤信, 三輪譲二: 幅の変化する曲線の対話的作成のための最小距離形状特徴点を用いた制約点選択, 情報処理学会研究報告, 第 2011-HCI-145 巻, pp. 1-6 (2011).
- [5] DOUGLAS1, D. H. and PEUCKER, T. K.: ALGORITHMS FOR THE REDUCTION OF THE NUMBER OF POINTS REQUIRED TO REPRESENT A DIGITIZED LINE OR ITS CARICATURE, *Cartographica: The International Journal for Geographic Information and Geovisualization*, Vol. 10, No. 2, pp. 112-122 (1973).