

形状類似性制約を用いた幅の変化する曲線の 対話的作成のための制約点選択法*

佐藤 信[†]
岩手大学[†]

概要

曲線の形状類似性制約を用いた幅の変化する曲線を、対話的に作成するために、制約点の選択法を提案する。この曲線作成法では、基準とする曲線から、その曲線と形状の類似な曲線を作成し、それらの曲線により幅の変化する曲線を表現する。このとき、形状類似性の基準として、不均一なスケールと回転の相似変換をした形状の曲率を使用する。この変化する曲線幅を制約するために入力した座標点に対応する曲線の制約点を、自動的に求める手法を提案する。これにより、曲線幅の変化を対話的に調整することで、幅の変化する曲線を容易に作成可能となる。提案手法の適用例としては、クリップアート、説明図またはスケッチなどのグラフィックス・コンテンツの作成、そして視覚化での曲線形状の強調がある。

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を対話的に作成するために、制約点の選択法を提案する。この方式では、基準とする曲線から、その曲線と形状の類似な曲線を作成し、それらを輪郭線として幅の変化する曲線を表現する。特に、輪郭線の形状を、直感的な操作で対話的に洗練化することが可能である。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 形状類似性制約を用いた幅の変化する曲線

2.1 関連研究

基準とする曲線と形状の類似な曲線を作成する方式としては、佐藤 [1] がある。ここでは、Bartels 等 [2] による、基準とする曲線から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、幅の変化する曲線の輪郭を作成している。

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。ここでは、基準とする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。基準とする幅の変化しない曲線の形状データのみを使用して、曲線幅を変化させる点の特徴である。

2.2 形状類似性制約を用いた曲線作成

基準とする曲線、およびそれと類似な曲線により幅の変化する曲線の輪郭を表現する。このとき、類似な曲線の作成において、形状類似性のみを最適化の基準とするために、佐藤 [4] の手法を用いて、曲線の表現形式を変換する。そして、佐藤 [1] の手法を用いて、基準とする曲線に基づいて最適化計算によりそれと類似な曲線を作成する。このときの最適化計算で、曲線の変形のための制約点を用いる。

2.3 制約点の選択方法

基準とする曲線 Q から形状が類似な曲線 S を作成するために用いる、制約点の選択方法を以下に示す。

Step 1 曲線 Q 上で、入力点 I からの距離が最小である点 P を求める。

Step 2 点 P での接線と直交する方向に、点 P から距離 d だけ移動した点 T を、点 P の移動を制約する点とする。

点 P での接線は、1 階導関数から求めるが、点 P での 1 階導関数が連続でない場合には、不連続点での 1 階導関数の平均値を用いる。

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。

*Selection of Constraining Position for Interactive Varying Thickness Curves Using Shape Similarity

[†]Makoto Satoh, Iwate University

Example 3.1. (図 1 参照)

この例では、曲線 Q_{APB} を基準として、幅の変化する曲線の輪郭線 Q_{ATB} を作成している。曲線 Q_{APB} 上で、入力点 I からの距離が最小である点 P を求めている。そして、点 P の接線と直交する方向にある点 T に、点 P を移動するという制約を満たしながら、曲線 Q_{APB} と形状が類似な曲線 Q_{ATB} を求めている。曲線 Q_{APB} と曲線 Q_{ATB} 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。また、図 1(c,d) から、基準とする曲線の 1 階導関数が連続でない場合でも、形状特徴が類似な曲線の輪郭線が作成できていることが分かる。

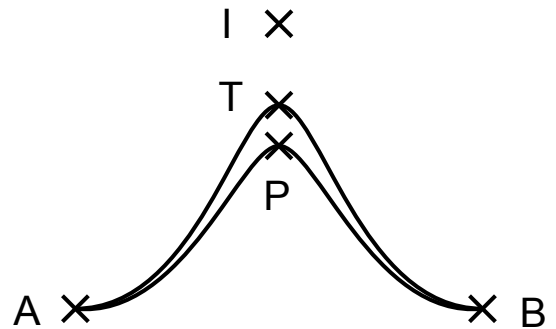
曲線 Q_{APB} から曲線 Q_{ATB} を作成するために用いている条件について説明する。曲線表現形式の変換には、曲線上の点について、位置の制約、形状類似性制約および接続形状の類似性制約を用いている。表現形式変換後の類似形状作成のための最適化計算には、曲線上の点について、移動制約を用いている。具体的には、点 A と点 B を移動しない制約、および点 P を点 T に移動する制約を用いている。

4 おわりに

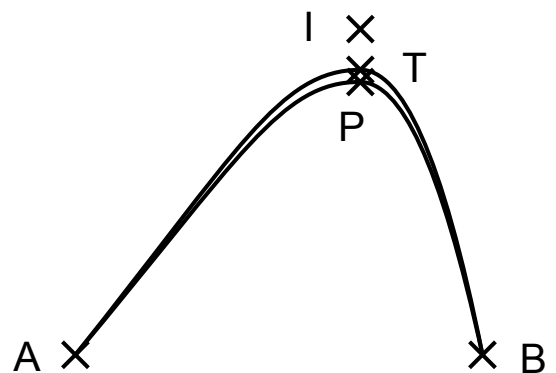
曲線の形状類似性制約を用いた、幅の変化する曲線作成のために、制約点の自動選択方法を提案した。今後の課題には、幅の変化する曲線を作成するためのユーザインタフェースに関する研究がある。

参考文献

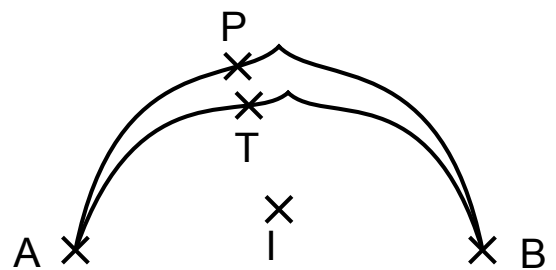
- [1] 佐藤信：形状類似性制約を用いた幅の変化する曲線作成法, 情報処理学会第 72 回 (平成 22 年) 全国大会講演論文集分冊 4, pp. 43-44 (2010).
- [2] Bartels, R. and Forsey, D.: Constraint Based Curve Manipulation, in *Tutorial Notes: Splines in Computer Graphics prepared for Eurographics '94*, pp. 31-36 (1994).
- [3] Suguru Saito, Y. C., Akane Kani and Nakajima, M.: Curvature-based stroke rendering, *The Visual Computer*, Vol. 24, No. 1, pp. 1-11 (2008).
- [4] 佐藤信：形状類似性を用いたベジェ曲線のパラメータ変換, 情報処理学会第 72 回 (平成 22 年) 全国大会講演論文集分冊 4, pp. 41-42 (2010).



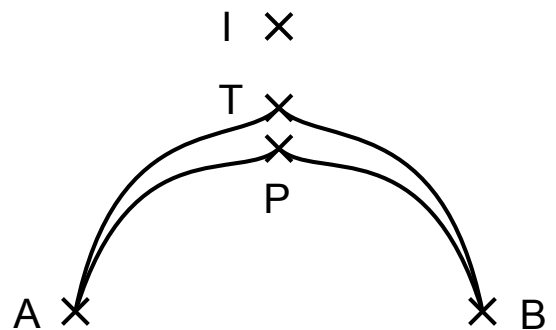
(a) symmetric, smooth curve



(b) asymmetric, smooth curve



(c) non smooth curve (1)



(d) non smooth curve (2)

図 1: An example of selection of constraining point.