

曲率パターンを指定した曲線の構成法

3N-4

-通過点での曲率を制御した曲線, 曲面生成-

東京電機大学 ○渡辺由美子 斉藤 剛 三菱自動車工業(株) 山岡 庸浩

1 はじめに

デザイナーは, 設計形状の特徴や設計意図をレンダリング図中に表現する. 特に, ハイライトや映像の写り込み位置およびその範囲や大きさなどにより意匠性を表現する. この様な設計者の意図を満たす曲面形状を構成するためには, 曲面上の面法線の変化量である曲率だけでなく, その変化量をも制御する必要がある. また, ハイライトや写り込み映像を目的の形にするためには, 曲面構成の基本となる特徴線や基本曲線を曲率分布から構成する必要がある.

筆者らはこれまでに, 曲率変化が滑らかな曲線の生成法として, 縮閉線と伸開線を利用した方法, 傾斜スプラインモデルによる方法を報告した^{1,2)}. さらに, 曲率パターンを3次Bézier形式で表現し, 曲率分布の制御を可能とした曲線生成法を提案した³⁾.

本報告では, 曲率パターンを3次Bézier形式で表現した特長を応用し, 曲線上の法線や曲率を制御する方法について述べる. また, 形状生成に用いられるR面生成への応用を示し, 本法の有用性を示す.

2 曲率パターンの表現法

曲率パターンを, 横軸を生成曲線の路長, 縦軸を曲率とした曲率プロットにより表現する. 本法では, この曲率プロットを3次Bézier曲線の形式で表現する. 生成曲線における両端点での曲率を κ_1, κ_2 , 路長を S とすると, 図1に示すように, 曲率プロット上での両端点の位置は, $P_0 = (0, \kappa_1), P_3 = (S, \kappa_2)$ となる. また, 曲率プロットの両端点の曲率変化率($d\kappa/ds$)が指定されるので, 第1および第3制御辺の方向が決まる. これらの交点を P_p と置き, 線分 P_0P_p を $a:(1-a)$

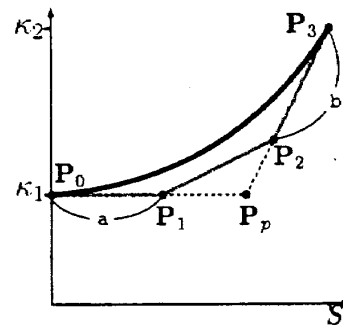


図1: 曲率プロットの指定

に, P_3P_p を $b:(1-b)$ に分割した点を各々 P_1, P_2 と置く. ここで, 路長 S および制御辺を決定する a と b は, 既知の値ではなく, 文献[2,3]で述べた方法により, 生成曲線の拘束条件から決まる値である.

このように設定した各点を制御点とする3次Bézier曲線より, 曲率プロットがパラメトリックに表現でき, この曲率パターンを持つクロソイドスプライン曲線として, 目的とする曲線を構成する^{2),3)}.

3 形状制御への応用

意匠曲面において, ハイライトの位置および幅は, デザイナーの意図により決定される. このような条件の曲面生成には, 基本曲線の接線方向および曲率が制御できなければならない. そこで, これらの制御が本法により実現できることを示す. 制御対象とする曲線は, 図2に示す G^3 接続した2本の曲線である.

ハイライト位置の移動: 図2の接続点における接線方向, 曲率および曲率変化率を変えずに, その位置を接線方向に5%(始点と接続点間の距離)移動する. それを拘束条件として, 曲率プロットを表すBézier制御点を決定した結果を図3に示す.

ハイライト幅の移動: ハイライトの幅の制御は, その点での曲率を制御することである. ハイライト幅を狭くするために, 図2の接続点での曲率を1.0から1.2に変更した結果を図4に示す.

曲面構成結果: 制御効果を明らかにするために, 曲線

A Method of Curve Generation from Specified Curvature Profile

Yumiko WATANABE Tsuyoshi SAITOH

(Tokyo Denki Univ., 2-2 Kanda, Chiyoda-ku, Tokyo, 101-8457)

Tsunehiro YAMAOKA

(Mitsubishi Motor Corporation, 1 Nakasinkiri, Hashime-cho, Okazaki, Aichi, 444-8501)

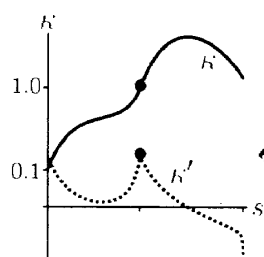


図2: 制御前の形状

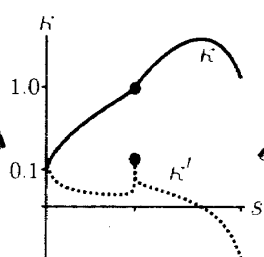


図3: ハイライト位置の移動

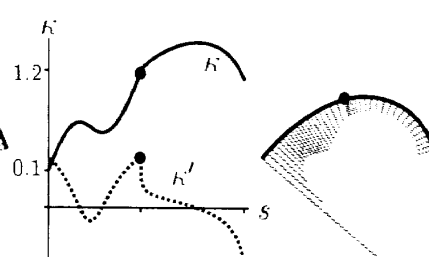
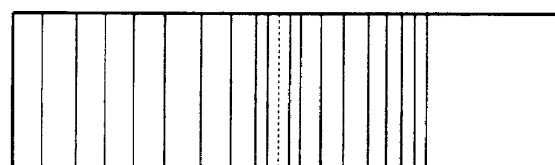
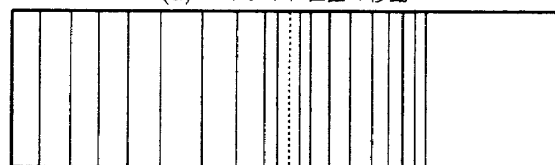


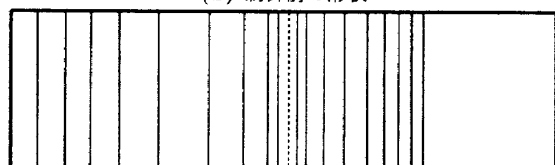
図4: ハイライト幅の制御



(a) ハイライト位置の移動



(b) 制御前の形状



(c) ハイライト幅の制御

図5: スイープ曲面と鏡面反射輝度分布

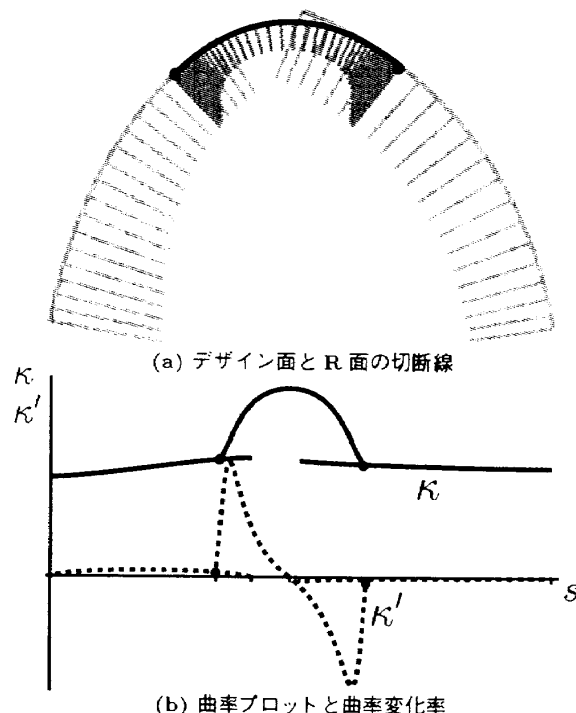
を平行にスイープさせた曲面を構成し、鏡面反射輝度分布を描いたものを図5に示す。比較が容易になるように、制御前の曲線から構成した面を中央に配置した。また、各々接続点に対応する部分を点線で示した。(a)と(b)より、最大輝度の位置が左に移動していることが確認できる。また(b)と(c)より、接続点付近で明るい部分が狭くなっていることが示されている。

4 R面生成への応用

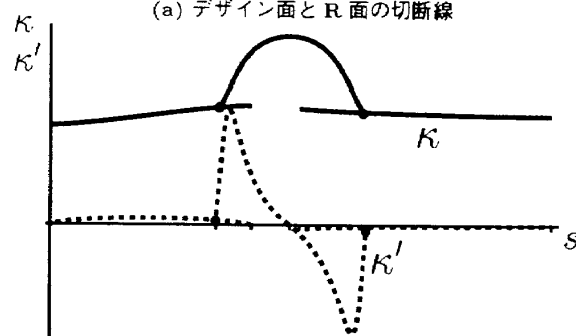
デザイン面同士の接続面(ここではR面と呼ぶ)を構成する場合、R面の開始位置とR面の最大曲率が指定される。本法により、このようなR面生成に必要な曲線が生成できることを示す。

図6(a)中の薄線で描いたものが2つのデザイン面の切断線であり、構成したいR面の始終点を黒丸で示した。R面生成に必要な曲線は、これらの点における接線、曲率および曲率変化率をそのまま引き継ぎ、指定された曲率を最大とする曲線である。

本法を応用し、2つのセグメントで構成した曲線およびそのプロファイルが(a)中の実線で描いた部分で



(a) デザイン面とR面の切断線



(b) 曲率プロットと曲率変化率

図6: スイープ曲面と鏡面反射輝度分布

ある。この時の曲率プロットおよび曲率変化率が(b)である。これより、曲率、曲率変化率ともに連続であり、 G^3 接続した曲線が生成されていることがわかる。

5 おわりに

本報告では、曲率パターンを3次Bézier曲線で表すことにより、曲線上の任意の点での接線方向、曲率、曲率変化率に対する制御が出来ることから、 G^3 接続を保持したまま、様々な形状制御に応用できることを示した。今後の課題としては、生成曲線の性質の解明、空間曲線生成への応用などがあげられる。

参考文献

- 1) 斉藤, 渡辺, 東: 縮閉線に基づく曲率変化の滑らかな曲線の生成, 情報処理学会春期大会, 1994.3.
- 2) 渡辺, 斉藤, 東, 黒田: 曲率変化の滑らかな曲線の構成法, 情報処理学会秋期大会, 1996.9.
- 3) 渡辺, 斉藤, 黒田: 曲率パターンを指定した曲線の生成法, 情報処理学会グラフィクスとCAD研究会, 1997.12.