

研究種目：基盤研究（B）

研究期間：2007～2010

課題番号：19300024

研究課題名（和文） 自由曲線・曲面形状の美的制御性の解明

研究課題名（英文） Aesthetic Control of Free-Form Curves and Surfaces

研究代表者

齋藤 隆文（SAITO TAKAFUMI）

東京農工大学・大学院共生科学技術研究院・教授

研究者番号：60293007

研究代表者の専門分野： コンピュータグラフィクス

科研費の分科・細目： 情報学・メディア情報学・データベース

キーワード： 形状処理，曲線セグメント，螺旋，曲率，捩率，反射線，対話的制御，可視化

1. 研究計画の概要

本研究では、自動車のボディ形状に代表されるような高度に美しい曲線・曲面を、計算機で直観的かつ対話的に生成することを目的とし、曲線・曲面の新しい表現理論・制御手法を確立するとともに、CAD システムに組み込んで評価を行う。本研究の成果により、既存の CAD・CG システムの基本的枠組みを変更せずに、各種の形状デザインにおける美しい曲線・曲面の生成が容易となる。それによって、高度な意匠デザインから一般ユーザが描くイラスト図に至るまで、曲線・曲面デザインの品質と効率が飛躍的に向上し、形状デザインの美的革命をもたらすことが期待できる。

本研究では、既存の CAD・CG システムで広く用いられているパラメトリック曲線・曲面および細分割曲面に対して、曲率単調性や曲率対数分布図の直線性などの美的要因を満たす条件を理論的に解明し、曲線・曲面の直観的かつ対話的な生成・制御手法を確立することを目的とする。4年の研究期間内で次のことを明らかにする。

- (1) 曲線・曲面の美的要因の解明
- (2) 有理パラメトリック曲線・曲面の美的制御理論ならびに制御手法の確立
- (3) 美的細分割曲線・曲面理論の構築
- (4) 曲線・曲面の形状特徴可視化およびそれを用いた美的評価
- (5) CAD への実装とシステムの評価

2. 研究の進捗状況

本研究では、当初の計画に従い、前節に記した研究期間内に明らかにする事項のうち、(1)～(4)のそれぞれについて、平面曲線、空間曲線、曲面の順に検討を進めている。これまでに、以下について実現している。

- (1) 曲線・曲面の美的要因の解明
工業製品や自然造型物などの美しい空間曲線・曲面を調査し、美的要因に関するいくつかの知見を得た。また、曲率・捩率対数グラフと曲線の性質との関係を解明した。
- (2) 対数美的曲線の対話的生成
両端点位置と接線方向を与えることで、空間曲線ならびに複合リズム曲線の実時間制御を実現した。
- (3) パラメトリック曲線に基づく美的曲線生成
有理 Bezier 曲線による対数美的曲線の近似、Class A Bezier 曲線の対話的制御などを実現した。
- (4) 美的再分割曲線・曲面の提案
既存の Catmull-Clark 法を基本として、曲線・曲面の細分割アルゴリズムを提案し、その性質を解析した。
- (5) 美的曲面の生成
2本の対数美的空間曲線とその変化から、美的曲面パッチを生成する手法を考案した。さらに、手描き曲線から美的曲面を生成するシステムを構築した。
- (6) 曲線・曲面の形状特徴の可視化
曲線・曲面の美的要因にかかわる、反射線形状のうねりの有無を可視化する手法を提案した。

3. 現在までの達成度

② おおむね順調に進展している

(理由)

曲線・曲面の美的要因の解明、および、曲線の美的制御に関しては、当初の計画以上に進展し、極めて良好な結果を得ている。

曲面の美的制御、美的細分割曲線・曲面、形状特徴可視化に関しては、おおむね計画どおりに進めており、順当な結果を得ている。しかし、研究結果を広く普及させるためには、さらなる進展が必要と考えられる。

4. 今後の研究の推進方策

最終年度となる平成 22 年度は、曲面の美的制御を精力的に進める。これまでに得られた知見や開発した手法をもとに、複数の複数の生成・制御手法を提案する。

また、曲面形状特徴の可視化技術を発展させ、それを用いた曲面評価手法の確立を図る。

本研究の総合評価として、現実的な工業デザインへの適用実験を行う。

5. 代表的な研究成果

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 1 1 件)

- ① Norimasa Yoshida, Takafumi Saito,
Compound-Rhythm Log-Aesthetic Curves,
Computer-Aided Design and Applications,
6(2), pp.243-252, (2009) (査読有).
- ② 井上治郎, 原田利宣, 今井敏行, 小島志織,
空間曲線の性質分析手法の提案,
デザイン学研究, 55(2), pp.65-74
(2009) (査読有).
- ③ Norimasa Yoshida, Tomoyuki Hiraiwa,
Takafumi Saito,
Interactive Control of Planar Class A Bezier
Curves using Logarithmic Curvature Graphs,
Computer-Aided Design and Applications,
5(1-4), pp.121-130, (2008) (査読有).
- ④ 河野正之, 原田利宣, 吉本富士市,
図面への適用を考慮した視覚言語を用いた
ラフスケッチの清書化, デザイン学
研究, 55(1), pp.47-54 (2008) (査読有).

[学会発表] (計 3 1 件)

- ① Jiro Inoue, Toshinobu Harada,
Tohru Hagihara, An Algorithm for
Generating Log-Aesthetic Curved Surfaces
and the Development of a Curved Surfaces
Generation System using VR, International
Association of Societies of Design Research
2009, Seoul (2009年10月21日).

- ② Norimasa Yoshida, Ryo Fukuda,
Takafumi Saito,
Log-Aesthetic Space Curve Segments,
SIAM/ACM Joint Conference on Geometric
and Physical Modeling 2009,
pp.35-46, San Francisco (2009年10月5日).

[図書] (計 2 件)

- ① 原田利宣, 吉田典正, 斎藤隆文
(順不同, 全 19 名),
デジタルスタイルデザイン,
海文堂, 226p, 2008.

[産業財産権]

○出願状況 (計 1 件)

名称: プログラム, 記憶媒体, 及び空間曲線
生成装置

発明者: 吉田典正, 福田諒, 斎藤隆文

権利者: 日本大学, 東京農工大学

種類: 特許

番号: 特願 2009-137026

出願年月日: 2009 年 6 月 8 日

国内外の別: 国内

○取得状況 (計 0 件)

[その他]