

令和 2 年 6 月 30 日現在

機関番号：12605

研究種目：基盤研究(B)（一般）

研究期間：2016～2019

課題番号：16H02824

研究課題名（和文）自由曲線・曲面の美的特徴空間の解明

研究課題名（英文）Aesthetic feature space of free-form curves and surfaces

研究代表者

齋藤 隆文（Saito, Takafumi）

東京農工大学・工学（系）研究科（研究院）・教授

研究者番号：60293007

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 12,900,000円

研究成果の概要（和文）：本研究では、曲線・曲面の持つ様々な幾何的特徴量の相互関係を総括的に解析することにより、美的（曲率）制御と位置制御を両立した新しい曲線・曲面制御の方法論の構築を目的としたものである。結果として、方向角パラメータ（TAP）曲線および弧長パラメータ（ALP）曲線という、曲率制御と位置制御とを両立する2種類の新しい曲線を提案し、それらの性質を解明するとともに、曲線の対話的制御を実現することができた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究は、従来の曲線・曲面研究で不足していた、美的制御に関する理論体系を新たに提案するものである。本研究をさらに発展させることによって、一般ユーザが描く図やイラスト中の曲線から、美的要求水準が極めて高い自動車ボディの曲面に至るまで、あらゆる曲線・曲面をより容易にかつ美しく作成するツールの実現が期待される。デザイン工程の効率化と品質向上につながり、特に、自動車、アニメ、ゲームなど、日本の重要な産業・文化の活性化や国際競争力強化に寄与する。

研究成果の概要（英文）：The objective of this research is to establish a new methodology for curve and surface control that achieves both aesthetic (curvature) control and position control by comprehensively analyzing the interrelationship of various geometric features of curves and surfaces. As a result, we have proposed two kinds of new curves: Tangential-Angle Parameterization (TAP) curves and Arc-Length Parameterization (ALP) curves, which achieve both curvature control and position control. Also, we have elucidated their properties and realized interactive control of the curves.

研究分野：画像情報処理

キーワード：形状処理 コンピュータグラフィックス

## 1. 研究開始当初の背景

近年の工業製品などにおいては、消費者の人気を左右する要因としてデザインの重要性が高まる傾向にあり、曲線や曲面を巧みに取り入れた美しい形状に対する需要が拡大しつつある。しかし、多様に曲がった自由曲線・曲面を扱う従来技術(NURBS等)では、位置の制御が基本であり、美的品質に直結する曲がり具合(曲率とその変化率)の直接的制御が困難である。そのため、デザイナーが意図する美しい形状を生成するには、経験を頼りに試行錯誤を繰り返さざるを得ない。一方、申請者らを中心に研究を積み重ねてきた対数美的曲線・曲面では、曲がり具合をもとに定式化されており美的品質は保たれるが、位置条件に大きな制約があり、形状の自由な制御が難しい。すなわち、現状では形状の位置制御と美的制御が両立できない。

これらを解決する手掛かりとして、今回我々は曲線や曲面の様々な幾何的特徴量に着目した。曲線の特徴量は、外在的特徴量(曲線の位置およびその微分)と、内在的特徴量(弧長、方向角、曲率、曲率変化量など)とに大別できる。従来型の自由曲線が外在的特徴量を直接的に制御するのに対し、対数美的曲線は内在的特徴量を直接的に制御する。位置制御と美的制御の両立を阻害する本質的理由は、外在的特徴量と内在的特徴量との間の変換に、複雑な無理関数や数値積分が必要であり、相互の関係性や各曲線クラスの持つ特徴量空間が容易に把握できないことにある。曲面においては、曲線の特徴量の問題に加えて、曲面上の様々な特徴を規定する曲線群(等パラメータ線、曲率線、反射線、等輝度線など)の間の相互変換や特徴空間の把握が極めて困難であり、制御をより難しくしている。

## 2. 研究の目的

本研究では、曲線・曲面の持つ様々な幾何的特徴量に関して、各々の曲線・曲面のクラスが表現しうる特徴空間や、特徴量間の相互関係を総括的に解析し、美的(曲率)制御と位置制御を両立した新しい曲線・曲面制御の方法論を構築することを目的とした。それによって、デザイナーはより創造的な作業に注力できるようになり、デザイン工程の効率化と品質向上が期待できる。

本研究では、4年間の研究期間内に、次の各項目の実現を目指した。

- (a) 曲線の特徴量間の相互関係と、特徴空間の解明
- (b) 曲面の特徴量間の相互関係と、特徴空間の解明
- (c) 特徴空間を踏まえた形状表現・制御方法の構築と、意匠デザインへの応用
- (d) 美的な曲線動き表現とコンピュータアニメーションへの応用

## 3. 研究の方法

本研究は、研究代表者・研究分担者の計4名の他、各研究室の大学院生を加えた計10~12名程度の研究体制で実施した。

斎藤隆文研究室(東京農工大学)

研究の統括、理論の創生、方法論の構築

吉田典正研究室(日本大学)

解析環境の構築、方法論の実装

原田利宣研究室(和歌山大学)

デザインの立場からの解析・評価

今間俊博研究室(首都大学東京)

アニメ制作の立場からの解析・評価

研究の進め方として、各種曲線・曲面の特徴量間の相互関係ならびに特徴空間の解析、アニメーションにおける曲線の動きの解析を行い、そこから曲線・曲面の特徴量間の相互関係や美的表現能力の解明へと進めた。それとともに、自由度の大きい新型美的曲線・曲面の開拓を行った。これらをもとに、位置制御と美的制御を両立できるような制御方法を構築し、その有効性を評価した。これらと並行して、形状と美的な見栄えに関連した種々の研究を進めた。

## 4. 研究成果

本研究の成果について、各種曲線の特徴量間の相互関係と美的表現能力の解明、自由度の大きい新型美的曲線・曲面の開拓、美的曲線形状処理、形状と見栄えに関連したその他の成果、に分けて述べる。最後に、これらの成果の位置づけと今後の課題をまとめる。

### (1) 各種曲線・曲面の特徴量間の相互関係と美的表現能力の解明

B-spline 曲線、有理 Bézier 曲線、対数美的曲線・曲面などにおいて、制御点間隔、ウエイト、曲率対数グラフの傾き、その他各種パラメータと、曲率変化との関係の解析を行い、様々な知見が得られた。その過程ならびに結果をもとに、デザイナーの感覚に沿った曲線再構築手法、デザイナーのための曲線理論の教育体系構築、対数曲線グラフが2次式となる美的曲線の提案、完全対数美的曲面の制御、Sectrix of Maclaurin 曲線の性質の解明、などの成果が得られた。

### デザイナの経験則に沿った曲線再構築手法

デザイナは CAD システムを用いて曲線 (B-spline 曲線) をデザインする際、自らの経験則に基づいて制御点間隔を調整し、望みの曲率変化を持つ曲線を作成する。ところが、作成した曲線の次数・制御点数などを変更しシステム側で再構築する場合、既存システムではその結果がデザイナの経験則と合致せず、無駄な調整が必要となっている。そこで、デザイナの経験則に基づく曲線再構築を実現する手法を提案した。

### デザイナのための曲線理論の教育体系構築

現在の CAD システムにおいて広く用いられている NURBS 曲線は、すでに理論体系として確立したものである。しかし、実際にそれを使用するデザイナにとっては難解であるため、曲線の次数の選択や制御点の配置を行う際は、自分の経験に基づいて感覚的に設定せざるを得ない。そこで、次数や制御点配置と幾何学的特徴量との関連性をデザイナが理解できるように、新しい曲線理論の教育体系の構築を進めた。

### 対数曲線グラフが 2 次式となる美的曲線の提案

対数美的曲線は、曲率対数グラフが線形となるものであるが、これが 2 次式となるような曲線群に関して、その対話的制御法を提案するとともに、性質を解明した。

### 完全対数美的曲面の制御

以前に我々は、2 方向の等パラメータ線がすべて対数美的曲線であるような、完全対数美的曲面を提案した。今回は、限定された自由度の中で性質の良い曲面をデザインするための制御法を新たに提案した。

### Sectrix of Maclaurin 曲線の性質の解明

Sectrix of Maclaurin 曲線とは、両端点からの角度変化をもとに定義する曲線セグメントである。この曲線に関して、曲率が単調に変化する領域の解明や、曲率エネルギー関数の可視化などを行った。

## (2) 自由度の大きい新型美的曲線・曲面の開拓

位置制御と曲率制御とを両立できる新しい曲線群として、方向角パラメータ (TAP) 曲線および弧長パラメータ (ALP) 曲線を提案し、曲線の性質の解明や対話的制御を実現した。さらに、空間曲線への拡張にも成功した。

### TAP 曲線 (方向角パラメータ曲線) の提案

位置制御と曲率制御とを両立できる新しい平面曲線群として、TAP 曲線を提案した。TAP 曲線は、曲線の曲率半径を方向角の関数として表現したものである。特に、陽的 Bézier 関数を用いて表現した Bézier-TAP 曲線は、曲率の逆数である曲率半径の変化を陽に制御できる上に、曲線上の点が解析的に計算できる。すなわち、曲率制御と位置制御の両立を可能とするものである。本研究では、TAP 曲線の定式化を行い、「重ね合わせの原理」をはじめとする TAP 曲線の性質を解明するとともに、Bézier-TAP 曲線の対話的制御 (特に両端点の位置と接線方向を指定した  $G^1$  エルミート補間) を実現した。

また、TAP 曲線の拡張として、陽的 B-spline 関数を用いた B-spline TAP 曲線、多項式と指数関数との重ね合わせによる BEL-TAP 曲線を提案し、それぞれの定式化、性質の解明を行い、対話的制御を実現した。

### ALP 曲線 (弧長パラメータ曲線) の提案

TAP 曲線とは別の新しい平面曲線の表現法として、ALP 曲線を提案した。ALP 曲線は、曲線の曲率を弧長の関数として表現したものであり、曲率プロットそのものを陽的 Bézier あるいは B-spline 曲線として指定するため、TAP 曲線よりもさらに直接的な曲率制御が可能である。ただし、曲線上の点の算出には数値積分が必要となる。本研究では、ALP 曲線の制御法 (特に  $G^1$  エルミート補間) を提案するとともに、数値積分による探索計算を効率化し、リアルタイムでの対話的制御を実現した。

### 空間 TAP 曲線と曲面への拡張

TAP 曲線は平面曲線であり、そのままの定義で空間に拡張することはできない。そこで、ある平面に投影した射影が TAP 曲線となり、その平面と曲線の接線のなす角が常に一定であるような曲線を、空間 TAP 曲線として提案した。空間 TAP 曲線も  $G^1$  エルミート補間による対話的制御が可能である。

さらに、TAP 曲線を曲面に拡張する方法について、いくつかのアプローチを試みた。しかしながら、外周の 3 つもしくは 4 つの曲線をもとに内部の曲面を補間する場合、望ましい性質をすべて満たす補間方法は残念ながら見いだせなかった。

### (3) 美的曲線形状処理

美的な曲線・曲面に関する研究として、カッコウ探索による曲面近似、上眼瞼形状の性質分析、深層学習を用いた自動車の車型形状の特徴抽出、などの成果が得られた。

### (4) 形状と見栄えに関連したその他の成果

見栄えを良くするための形状処理に関連した研究として、可視化（直観性と精度の両立、複数情報比較、複数属性重畳）、デザイン支援（彩色、製品レコメンド、知識発見）、モアレの多様な動き制御、アニメ制作支援、などの分野で種々の成果を得た。

### (5) まとめ

本研究では当初、各種曲線・曲面の特徴量間の相互関係の定式化と、美的表現能力の解明を目指した。これらについては、種々の知見は得られ、それに関連した成果は多数得られたものの、体系としてまとめるには至らなかった。一方で、当初の懸案であった、位置制御と曲率制御の両立という問題に関しては、TAP 曲線、ALP 曲線という、自由度の大きい2つの新型美的曲線を開拓し、それらの性質を解明することができた。

今後は、これらの技術が様々な場面で実用に供すること目標に、研究を継続する予定である。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計13件（うち査読付論文 12件 / うち国際共著 3件 / うちオープンアクセス 10件）

1. 著者名 Norimasa Yoshida, Takafumi Saito	4. 巻 17 (1)
2. 論文標題 Planar Curves based on Explicit Bezier Curvature Functions	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Computer Aided Design and Applications	6. 最初と最後の頁 77-87
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.14733/cadaps.2020.77-87	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 島田 雄生, 原田 利宣	4. 巻 19 (1)
2. 論文標題 形式概念分析と数量化理論第 類を用いた包含・相関関係同時可視化システムの開発	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 日本感性工学会誌	6. 最初と最後の頁 29-37
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.5057/jjske.TJSKE-D-19-00022	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -
1. 著者名 Mohammad Mardani, Hossein Mardani, Lorenzo De Simone, Samuel Varas, Naoki Kita, Takafumi Saito	4. 巻 11 (16)
2. 論文標題 Integration of Machine Learning and Open Access Geospatial Data for Land Cover Mapping	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Remote Sensing	6. 最初と最後の頁 Article 1907
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/rs11161907	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する
1. 著者名 田中 俊太郎, 原田 利宣, 小野 謙二	4. 巻 18 (1)
2. 論文標題 畳み込みニューラルネットワークを用いた自動車の三次元モデルにおける各車型の特徴抽出と視覚化	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 日本感性工学会誌	6. 最初と最後の頁 113-121
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.5057/jjske.TJSKE-D-18-00039	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Andres Iglesias, Akemi Galvez, Patricia Suarez, Mikio Shinya, Norimasa Yoshida, Cesar Otero, Cristina Manchado, Valentin Gomez-Jauregui	4. 巻 10 (3)
2. 論文標題 Cuckoo Search Algorithm with Levy Flights for Global-Support Parametric Surface Approximation in Reverse Engineering	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Symmetry	6. 最初と最後の頁 Article 58
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/sym10030058	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 南本 翔, 原田利宣	4. 巻 17 (1)
2. 論文標題 1.5ボックス軽自動車デザインにおけるプロポーション項目と印象との関係の明確化	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 日本感性工学会論文誌	6. 最初と最後の頁 139-148
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.5057/jjske.TJSKE-D-17-00068	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 竹之下 遼, 原田利宣, 小野謙二	4. 巻 17 (1)
2. 論文標題 データマイニングを用いた2種類の酒類におけるWeb上の感性情報の比較と視覚化	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 日本感性工学会論文誌	6. 最初と最後の頁 11-20
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.5057/jjske.TJSKE-D-17-00052	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Rushan Ziatdinov, Norimasa Yoshida, Tae-wan Kim	4. 巻 56
2. 論文標題 Visualization and analysis of regions of monotonic curvature for interpolating segments of extended sectrices of Maclaurin	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Computer Aided Geometric Design	6. 最初と最後の頁 35-47
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.cagd.2017.06.003	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 酒匂一世, 原田利宣	4. 巻 64 (3)
2. 論文標題 ラフ集合と形式概念分析を用いた概念構造可視化システムの開発	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 デザイン学研究	6. 最初と最後の頁 11-20
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.11247/jssdj.64.3_11	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 竹之下 遼, 原田 利宣, 小野 謙二	4. 巻 16 (1)
2. 論文標題 ラフ集合理論を用いた酒類に対するWeb上の感性情報の視覚化	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 日本感性工学会論文誌	6. 最初と最後の頁 19-28
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.5057/jjske.TJSKE-D-16-00057	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Norimasa Yoshida, Takafumi Saito	4. 巻 14 (2)
2. 論文標題 Quadratic Log-Aesthetic Curves	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 Computer-Aided Design and Applications	6. 最初と最後の頁 219-226
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1080/16864360.2016.1223434	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 渡邊隆介, 川上茉莉, 原田利宣	4. 巻 15 (3)
2. 論文標題 日本人の上眼瞼形状の性質分析と男性らしさ / 女性らしさへの影響	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 日本感性工学会論文誌	6. 最初と最後の頁 377-386
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.5057/jjske.TJSKE-D-15-00045	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

〔学会発表〕 計71件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 26件）

1. 発表者名 Ferenc Nagy, Norimasa Yoshida
2. 発表標題 Interactive modeling with Log-aesthetic spirals
3. 学会等名 11th International Conference on Applied Informatics (ICAI 2020) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Kenji Akiyama, Takafumi Saito
2. 発表標題 Study on Ranking Method of Technical Documents: The Case of Patent Infringement Avoidance Survey
3. 学会等名 Int'l Workshop: Artificial Intelligence of and for Business (AI-Biz2019) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Tomomi Kuda, Takafumi Saito
2. 発表標題 Generating Space Shapes with TAP Curves
3. 学会等名 6th Int'l Conf. on Image Electronics and Visual Computing (IEVC 2019) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Hiroki Watai, Naoki Kita, Takafumi Saito
2. 発表標題 Two-Dimensional Flow Field Visualization Using Hierarchical Poisson Disk Sampling
3. 学会等名 6th Int'l Conf. on Image Electronics and Visual Computing (IEVC 2019) (国際学会)
4. 発表年 2019年



1. 発表者名 Chiharu Sato, Naoki Kita, Takafumi Saito
2. 発表標題 Generating Route Panoramas for Street Guide Maps
3. 学会等名 6th Int'l Conf. on Image Electronics and Visual Computing (IEVC 2019) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Taisei Inoue, Norimasa Yoshida, Motonori Ishibashi
2. 発表標題 Point Cloud Analysis for the Classification of Error Proneness
3. 学会等名 6th Int'l Conf. on Image Electronics and Visual Computing (IEVC 2019) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 加瀬 友太, 北 直樹, 斎藤 隆文
2. 発表標題 直観的かつ高精度な数値読み取りが可能なデータ可視化
3. 学会等名 情報処理学会 第82回全国大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 安部 龍馬, 北 直樹, 斎藤 隆文
2. 発表標題 モアレを用いた多彩な動き生成
3. 学会等名 情報処理学会 第82回全国大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 櫻井 成哉, 吉田 典正
2. 発表標題 ODE-Netを用いた対数美的曲線の近似
3. 学会等名 映像表現・芸術科学フォーラム
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 井上大成, 吉田典正, 石橋基範
2. 発表標題 直線描画タスクに用いる点群の特徴の解明に向けて
3. 学会等名 映像表現・芸術科学フォーラム
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 今間 俊博
2. 発表標題 アニメテッド・ラーニング
3. 学会等名 日本図学会 2019年春季大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Shirdxay Chanvisouth, Daisuke Taki, Takafumi Saito, Jianmin Zheng
2. 発表標題 Dedigner-Friendly Curve Refinement
3. 学会等名 Int'l Workshop on Advanced Image Technology (IWAIT 2019) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Tomomi Kuda, Takafumi Saito
2. 発表標題 Proposal of Tangential Angle Paramaterization Space Curves
3. 学会等名 8th Int'l Conf on Curves and Surfaces (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Norimasa Yoshida, Takafumi Saito
2. 発表標題 Intrinsically Defined Curves based on Explicit B-spline Curvature Functions and their Extension to 3D
3. 学会等名 8th Int'l Conf on Curves and Surfaces (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Yuichi Yoshida, Takafumi Saito, Norimasa Yoshida
2. 発表標題 B-Spline Tangential Angle Parameterization Curves for Aesthetic Design,
3. 学会等名 8th Int'l Conf on Curves and Surfaces (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Yachao Li, Toshihiro Komma
2. 発表標題 Generating Videos based on Conventional Recurrent Generative Adversarial Networks
3. 学会等名 18th International Conference on Geometry and Graphics (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Risa Suzuki, Toshihiro Komma
2. 発表標題 Research and production of advertisement balloons using mobile projection
3. 学会等名 16th International Conference of Asia Digital Art and Design (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 永田彩季, 齋藤隆文
2. 発表標題 比例シンボルマップによる高精度なデータ可視化
3. 学会等名 情報処理学会 第81回全国大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 佐藤光平, 齋藤隆文
2. 発表標題 進行方向動画を用いた道案内パノラマ画像の生成および表示方法の提案
3. 学会等名 画像電子学会 第288回研究会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 西井美佐子, 齋藤隆文
2. 発表標題 工業デザイナー向けスプライン曲線の性質に関する解説の提案 その2
3. 学会等名 日本図学会 2018年秋季大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 齋藤隆文, 吉田雄一, 久田友海, 吉田典正
2. 発表標題 方向角パラメータ曲線 -研究の進展状況と展望-
3. 学会等名 画像電子学会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 田中俊太郎, 原田利宣, 南本 翔
2. 発表標題 深層学習を用いた自動車における車型形状の特徴抽出
3. 学会等名 日本感性工学会 全国大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 今間俊博, 土部晴香
2. 発表標題 全天周映像における「外側視野」と「内側視野」
3. 学会等名 日本図学会 2018年春季大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Risa Suzuki, Toshihiro Komma
2. 発表標題 Studying Cool Technique of Construction Procedure on the Surrounding-Area Projection Mapping
3. 学会等名 11th Asian Forum on Graphic Science (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Norimasa Yoshida, Takafumi Saito
2. 発表標題 Arc Length Parameterization Curves based on Explicit Polynomial B-splines
3. 学会等名 Conference on Geometry: Theory and Applications (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 久田友海, 斎藤隆文
2. 発表標題 方向角パラメータ空間曲線の提案
3. 学会等名 情報処理学会 第80回全国大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 井上大成, 吉田典正
2. 発表標題 ウィンドウ内における2直線の類似度比較
3. 学会等名 情報処理学会 第80回全国大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 石倉和貴, 斎藤隆文
2. 発表標題 鉄道車窓風景からのルートパノラマの作成と表示
3. 学会等名 画像電子学会 第284回研究会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 野崎絢也, 斎藤隆文
2. 発表標題 方向付き流線とLIC法の合成による2次元流れ場の可視化
3. 学会等名 画像電子学会 第284回研究会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 佐々木 翼, 斎藤隆文
2. 発表標題 有理3次ベジェ曲線による方向角パラメータ曲線の近似
3. 学会等名 画像電子学会 第284回研究会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 長岡航太, 斎藤隆文
2. 発表標題 背景画像上でのモアレアニメーション生成
3. 学会等名 画像電子学会 VCワークショップ 2017
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 西井美佐子, 斎藤隆文
2. 発表標題 3D CADデジタルモデリングでの曲線の性質に関するマニュアルの考察
3. 学会等名 日本図学会 2017年秋季大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Yo Yamashita, Takafumi Saito
2. 発表標題 Shading Estimation Method for Cel-Animation Style 3DCG Animation
3. 学会等名 5th Int'l Workshop on Image Electronics and Visual Computing (IEVC 2017) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Daiki Ishikawa, Takafumi Saito
2. 発表標題 Visualizing Method for Comparing Multiple Stocks
3. 学会等名 5th Int'l Workshop on Image Electronics and Visual Computing (IEVC 2017) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Rushan Ziatdinov, Norimasa Yoshida
2. 発表標題 Visualization of the curvature and variation energy functionals for a planar quadratic Bezier curve
3. 学会等名 Int'l Conf. Geometric Analysis and Control Theory (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 Kun Zhang, Toshihiro Komma
2. 発表標題 Research About Real Objects and Effective Shooting Techniques for Audiences Feeling the Scenes are Real in VFX Movies
3. 学会等名 17th Int'l Conf. on Geometry and Graphics (国際学会)
4. 発表年 2016年



1. 発表者名 Tomoka Hirakawa, Toshiriro Komma
2. 発表標題 The Research for a Withering Plants Movie
3. 学会等名 17th Int'l Conf. on Geometry and Graphics (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 Minato Sekiguchi, Takafumi Saito
2. 発表標題 Interactive shape control of complete log-aesthetic surfaces
3. 学会等名 9th Int'l Conf on Mathematical Methods for Curves and Surfaces (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 Daisuke Taki, Misako Nishii, Takafumi Saito
2. 発表標題 Designer friendly rebuild algorithm for freeform curves
3. 学会等名 9th Int'l Conf on Mathematical Methods for Curves and Surfaces (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 Takafumi Saito, Norimasa Yoshida
2. 発表標題 Proposal of Tangential Angle Parameterization Curves
3. 学会等名 9th Int'l Conf on Mathematical Methods for Curves and Surfaces (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 市場彩花, 斎藤隆文
2. 発表標題 調理作業手順の効率的提示方法
3. 学会等名 情報処理学会 第79回全国大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 佐藤光平, 斎藤隆文
2. 発表標題 前方ルートパノラマの作成
3. 学会等名 情報処理学会 第79回全国大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 桃井 央, 斎藤隆文
2. 発表標題 数理統計学における検定の理解のための可視化
3. 学会等名 情報処理学会 第79回全国大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 吉田雄一, 斎藤隆文, 吉田典正
2. 発表標題 陽的B-spline関数を用いた方向角パラメータ曲線
3. 学会等名 情報処理学会 第79回全国大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 吉田典正, 齋藤隆文
2. 発表標題 多項式B-spline ALP曲線
3. 学会等名 精密工学会 2017年度春季大会学術講演会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 五藤智彦, 齋藤隆文
2. 発表標題 線形代数の可視化と教材開発
3. 学会等名 画像電子学会 第280回研究会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 鈴木理紗, 今間俊博
2. 発表標題 限定的な空間を演出するプロジェクションマッピング作品の制作
3. 学会等名 日本図学会秋季大会
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 板倉七海, 酒匂一世, 原田利宣, 橋本唯子
2. 発表標題 曲線(面)形状に着目したニホンオオカミの頭部形状の創成とその展示のための考察
3. 学会等名 情報処理学会 第165回CG・第14回DCC・第204回CVIM合同研究発表会
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 斎藤隆文, 吉田典正
2. 発表標題 位置制御と曲率制御とを両立した曲線生成技術
3. 学会等名 画像電子学会 VCワークショップ 2016
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 吉田典正, 斎藤隆文
2. 発表標題 曲率プロットの指定による曲線の生成と対話的制御
3. 学会等名 情報処理学会 第163回CGVI研究発表会
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 斎藤隆文, 吉田典正
2. 発表標題 方向角パラメータ曲線の提案
3. 学会等名 Visual Computing/グラフィクスとCAD 合同シンポジウム (口頭発表)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 酒匂一世, 原田利宣
2. 発表標題 ラフ集合と形式概念分析を用いた概念構造可視化システムの開発
3. 学会等名 2016年度 人工知能学会全国大会
4. 発表年 2016年

〔図書〕 計1件

1. 著者名 Akira Yamada , Toshinobu Harada, et al.	4. 発行年 2017年
2. 出版社 Elsevier	5. 総ページ数 1040
3. 書名 Plastic Surgery, 4th Edition, Volume 3: Craniofacial, Head & Neck Surgery and Pediatric Plastic Surgery	

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	吉田 典正  (Yoshida Norimasa)  (70277846)	日本大学・生産工学部・教授   (32665)	
研究分担者	原田 利宣  (Harada Toshinobu)  (80294304)	和歌山大学・システム工学部・教授   (14701)	
研究分担者	今間 俊博  (Komma Toshihiro)  (40327143)	首都大学東京・システムデザイン研究科・教授   (22604)	