



|              |   |
|--------------|---|
| Title        | 計算機支援幾何設計における自由曲面の数学モデルに関する研究   |
| Author(s)    | 栗山, 繁   |
| Citation     | 大阪大学, 1997, 博士論文  |
| Version Type | VoR   |
| URL          | <a href="https://doi.org/10.11501/3129301">https://doi.org/10.11501/3129301</a> |
| rights       |   |
| Note         |   |

*The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA*

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

|            |  |
|------------|--|
| 氏名         | 栗山 繁   |
| 博士の専攻分野の名称 | 博士(工学)                                       |
| 学位記番号      | 第13271号                                      |
| 学位授与年月日    | 平成9年3月25日                                    |
| 学位授与の要件    | 学位規則第4条第2項該当                                 |
| 学位論文名      | 計算機支援幾何設計における自由曲面の数学モデルに関する研究                |
| 論文審査委員     | (主査)<br>教授 寺田 浩詔<br>教授 白川 功 教授 藤岡 弘 教授 岸野 文郎 |

### 論文内容の要旨

本論文は、計算機の画像生成技術を用いた対話的な操作を通して、3次元空間における曲面形状を簡略かつ直観的に設計するのに適した自由曲面の数学モデルの構成を目的とした研究をまとめたもので、以下の7章より構成されている。

第1章では、計算機支援幾何設計の分野での研究の歴史について紹介し、自由曲面の形状設計の際に必要とされる特徴と現状での問題点をまとめ、本研究の目的および得られた成果の概要を述べている。

第2章では、媒介変数曲面の数学モデルの幾何学的な性質および特徴について述べている。さらに、曲面形状を設計する際の制約から生ずる問題点を明らかにし、本論文で提案される曲面の数学モデルの理論的背景を述べている。

第3章では、局所的な台をもつカーディナル基底をスプライン関数で構成する手法を提案し、3次元空間上に与えられた点を補間し形状の局所的な制御が可能な曲線および曲面を生成する手法を述べている。

第4章では、形状の入力が比較的容易な多面体から、その稜に沿い面領域を三角形分割する曲線網を計算し、その曲線網を補間する三辺形パッチ曲面を生成する手法を述べている。

第5章では、任意の曲線式で構成される空間曲線網から幾何学的に連続な多辺形パッチ曲面を生成する手法を提案している。さらに、特異な交差状態を含む曲線網に対して多辺形パッチの構成法を拡張し連続な曲面を生成する手法を述べている。次に、この多辺形パッチを用いて開発された曲面モデラーのシステム構成と、曲線網のデータ構造およびそのトポロジの推定法について述べている。そして、本システムによる曲面設計の操作例を示している。

第6章では、3次元格子状に配置された制御点から構成される幾何胞体と、それらに対してアフィン変換を施す部品を3次元ウィジェット化することにより、曲面を対話操作により自由形式で変形するツールを構成する手法について述べている。

第7章では、各章で得られた成果を総括し今後の課題を述べている。

### 論文審査の結果の要旨

本論文は、計算機支援幾何設計のシステムにおいて自由曲面の形状設計上の諸問題点を解決する新たな数学モデル

を提案して、簡略で直観的かつ柔軟な対話操作環境を実現するために行った研究の成果をまとめたものであり、主な成果を要約すると次の通りである。

- (1) 与えられた点を補間し、局所的な形状の制御が可能なスプライン基底を、B-スプラインの線形和で構成する手法を提案するとともに、基底の再分割手法を応用して融合曲面を生成する新しい手法を提案している。
- (2) 多面体の稜に沿い面領域を三角形分割する3次曲線網を、疑似ノルム最小化関数を用いて計算する手法と、制御点を有理展開した三辺形パッチで曲線網を補間して接平面が連続な曲面を生成する効果的な手法を提案している。
- (3) 任意の接続関係で交差する曲線網から掃引曲面群を生成し、それらを超限補間関数を用いて融合し多辺形パッチ曲面を生成する手法を提案している。これにより、曲線網を構成する各曲線と同じ次数の連続性を多辺形パッチに対して実現している。
- (4) 曲面形状を変形するツールとして、幾何胞体とそれらにアフィン変換を施す部品を3次元ウィジェットとして構成する手法を提案している。ウィジェット間にアフィン変換の拘束条件や階層関係を設定することにより、Free-form Deformation法に基づく複雑な変形操作を対話的に行うツールを、画面上での直接操作のみで構築する環境を実現している。

以上のように、本論文は従来の曲面の数学モデルに改良を加えることにより、形状設計時の操作を簡略かつ直観的なものに改良し、複雑な形状を柔軟に指定できる環境を構築するのに成功しており、計算機支援幾何設計やコンピュータ・グラフィクス・システムのみならず、曲面を扱う学術分野の発展に寄与するところが大きい。よって、本論文は博士論文として価値あるものと認める。