

スケッチと感性言語を用いたキャラクタラインデザインシステムの開発

Development of System to Construct Characteristic Lines Using “Sketch” and “KANSEI Languages”

80222381 酒井善久 (Yoshihisa Sakai)

Supervisor 青山英樹 (Hideki Aoyama)

1. 緒言

消費者嗜好の多様化に伴い、機能のみならず外観（意匠）も商品を差別化する重要な要素となってきたとともに、消費者のニーズに適合した製品をタイムリーに提供することが求められている。このため、リードタイムの短縮が重要な課題となっており、設計活動においても CAD システムの活用により効率化が図られている。しかし、意匠設計は、デザイナーの感性に強く依存した創造活動であり、現在実用化されている 3 次元 CAD システムは、感性的設計支援機能が極めて低いため、意匠設計を支援するシステムが求められている。また、製品形状の設計において、デザイナーの感性のみではなく、どのようなデザインを消費者が求めているかを調査し、製品設計に反映させることも重要になってきている。

一方、図 1 に示すように、キャラクタライン^[1]は、製品形状の特徴を表現する重要なデザインファクタである。したがって意匠設計においては、キャラクタライン形状の具現化が極めて重要な作業であるといえる。

そこで本研究は、自動車を対象とした意匠設計におけるキャラクタライン形状の具現化を支援するシステムを開発することを目的としている。開発するシステムは、デザイナーが求める様々なキャラクタライン形状を簡単な操作で 3 次元モデルに構築し評価する機能をもつとともに、製品コンセプトに対して消費者がイメージするキャラクタライン形状を提示する機能をもつ。



図 1 工業製品に見られるキャラクタライン

2. 提案するシステム概要

本研究で提案するキャラクタライン構築のプロセスを図 2 に示す。同図に示されるように、基本キャラクタラインは、二つの方法により決定される。一つは、任意の視点から表示された自動車モデル（初期モデル）に対して、マウスやタブレットにより要求する基本キャラクタラインをスケッチすることにより、その形状を決定する方法である。もう一つは、製品コンセプトから連想される製品イメージを表す言葉（本研究では感性言語という）から基本キャラクタライン形状を自動決定する方法である。

上記の方法によって決定された基本キャラクタラインが自動車モデル上に形成されるように、初期モデルが再構築される。このとき、図 3 に示される三つのタイプのキャラクタラインを選択するとともに、キャラクタライン形状を定義する断面形状パラメータを入力することにより、容易に様々な形状のキャラクタラインをもった自動車モデルを構築できる。

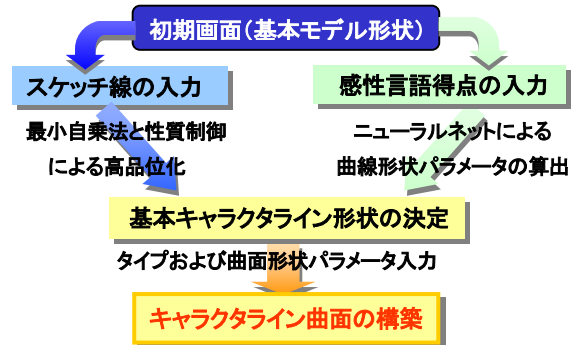


図 2 キャラクタライン構築手順

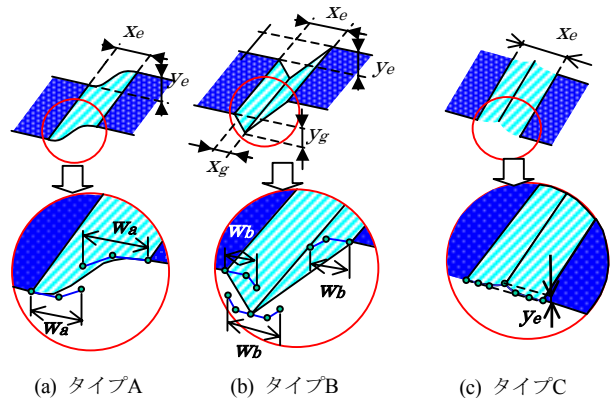


図 3 キャラクタラインのタイプおよび断面形状パラメータ

3. システムの構築

3.1 スケッチによる基本キャラクタライン決定方法

投影表示された 2 次元自動車初期モデル上に描かれた 2 次元スケッチ線を 3 次元自動車初期モデル面上に逆投影し、3 次元スケッチ線形状を求め、最小自乗法により 3 次 Bézier 曲線に近似する。曲線の曲率半径の度数分布が両対数表示において直線で表せるとき、その曲線はリズム曲線^[2]と呼ばれ、自己相似の性質（自己アフィン性）をもち、意匠性が高いと評価される。本システムでは、3 次 Bézier 曲線をリズム曲線へと変換し、基本キャラクタラインの高品位化を行っている。

3.2 感性言語による基本キャラクタライン決定方法

キャラクタラインにより特徴づけられる自動車形状のイメージを表す言葉についてアンケートを行った結果、9 個の感性言語、すなわち、「かわいらしい」、「ポーティな」、「やわらかい」、「安定感のある」、「高級感のある」、「力強い」、「近代的な」、「シンプルな」、「個性的な」が抽出された。実験計画法に従って、ボンネット、ドアサイド、フェンダに構築された 24 種類のキャラクタライン形状について、9 個の感性言語に関して 5 段階で評価を行うアンケートを実施した。その結果について因子分析を行い、感性言語を共通因子と因子負荷量で定義した。

基本キャラクタライン形状をパラメータで定義し、図 4 に示すように感性言語共通因子の因子負荷量を入力層とし、同

形状パラメータを出力層として、ニューラルネットワークを構築した。9個の感性言語に関する得点(重み)を与えることにより、感性言語共通因子の因子負荷量が導出され、入力層に与えられる。これより、基本キャラクタライン形状を定義するパラメータが算出される。

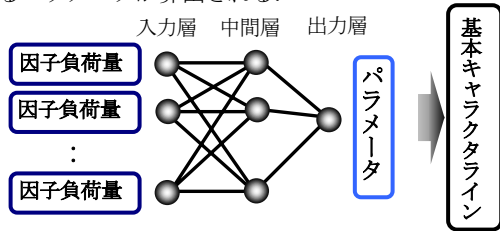


図4 基本キャラクタライン形状定義パラメータ決定ニューラルネットワーク

3.3 キャラクタライン曲面の構築方法

基本キャラクタラインを用いて自動車基本モデル上にキャラクタライン形状を構築するプロセスを図5に示す。自動車基本モデルを構成する3次Bézier曲面を基本キャラクタラインに基づいて分割する。分割された基本曲面をキャラクタラインタイプと同断面形状パラメータに基づいて移動変形する。分割され移動変形された曲面間にキャラクタライン曲面を構築する。

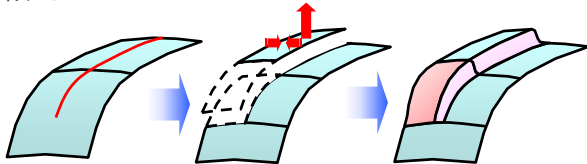


図5 キャラクタライン曲面構築プロセス

高品位な意匠形状は、2階微分連続であることが要求される。本研究では、キャラクタライン曲面の構築にあたり、制御点要素^[3]を用いて曲面の曲率連続性を保証する。図6に示すように、3次Bézier曲線 $P_1(t)$ 、 $P_2(t)$ がキャラクタラインにより分割された基本面の境界線とする。このとき、3次Bézier曲線 $P_1(t)$ と3次Bézier曲線 $P_2(t)$ に接続され、どちらの曲線に対しても2階微分連続を満足する3次Bézier曲線 $P_3(t)$ を定義する。

点 Q_i において3次Bézier曲線 $P_1(t)$ に対して2階微分連続の条件を満足して接続される3次Bézier曲線の制御点 Q_{ie1} 、 Q_{ie2} は、Bézier曲線の細分割法より求められる。点 Q_j において3次Bézier曲線 $P_2(t)$ に対して2階微分連続の条件を満足して接続される3次Bézier曲線の制御点 Q_{je1} 、 Q_{je2} も同様に求められる。ここで、点 Q_{ie1} と Q_{je1} の1次補間より点 Q_{iw} を、点 Q_{ie2} と Q_{je2} の1次補間より点 Q_{jw} を導出し、点 Q_i 、 Q_{iw} 、 Q_{jw} 、 Q_j より3次Bézier曲線 $P_3(t)$ を求めることにより、2階微分連続を保証した曲線を構築でき、この手法を曲面構築に適用し、滑らかな接続のキャラクタラインを構成する曲面を構築できる。

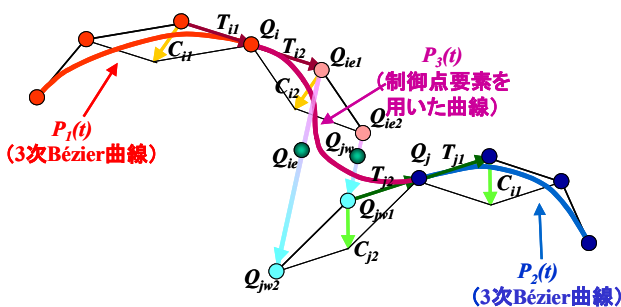


図6 制御点要素に基づく曲面構築法

4. 構築したシステムの実行と結果

スケッチ入力によるキャラクタライン構築結果を図7に示す。図8は感性言語入力によるキャラクタライン構築の一例として、感性言語「スポーティな」を5点とし、他の8個の感性言語を3点としたときの基本キャラクタライン形状構築結果である。また図9は、本システムで構築されたタイプA, B, Cのキャラクタライン形状を示している。

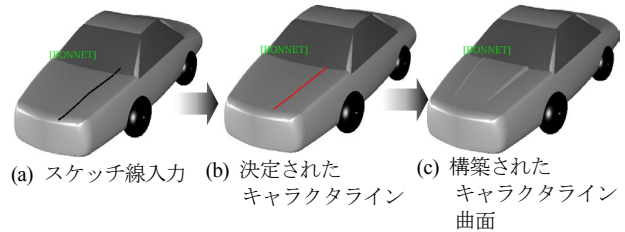


図7 スケッチ入力によるキャラクタライン構築結果

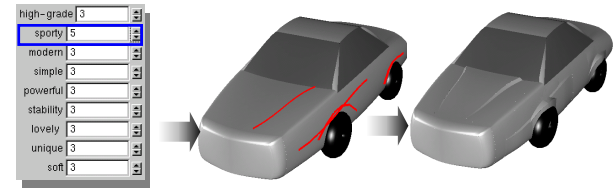


図8 感性言語によるキャラクタライン構築結果



図9 タイプ別キャラクタライン構築結果

5. 結言

本研究は以下のとおりまとめられる。

- (1) 意匠設計におけるキャラクタラインの役割について明らかにし、自動車に用いられているキャラクタラインの分類を行った。
- (2) スケッチおよび製品コンセプトから基本キャラクタライン形状を決定する方法を提案した。
- (3) スケッチ線から基本キャラクタライン形状を決定し、リズム曲線化して高品位化するシステムを構築した。
- (4) 製品コンセプトから基本キャラクタライン形状を決定するための感性言語を提案し、因子分析とニューラルネットワークを用いて感性言語から基本キャラクタライン形状を決定するシステムを構築した。
- (5) 制御点要素に基づく曲面構築法を用いて、2階微分連続となるキャラクタライン曲面を構築する方法を提案した。
- (6) 決定されたキャラクタライン形状を自動車モデルに構築するシステムを開発し、基礎実験により機能を確認した。

参考文献

- [1] 中山隆文, 前田剛: モックアップ形状の意匠性を反映した形状特徴モデリング手法, 設計工学, 33, 12, (1998), 463-471.
- [2] 原田利直, 森山真光, 吉本富士市: 複合リズム曲線とその創生手法, デザイン学研究, 45, 2, (1998), 17.
- [3] H.Aoyama, I.Inasaki, T.Kishinami, K.Yamazaki: A New Method for Constructing a Software Model of Sculptured Surfaces with C2 Continuity from a Physical Model, JSPE, (1994), 7.