

審査の結果の要旨

氏名 ドアン ケマル メルト

ユーザーの感性に響くような製品を実現するために、機械製品の意匠設計の重要性が高まっており、そのデザインプロセスを支援するためのコンピュータ支援技術が求められている。詳細設計や製造設計においては、3次元CADシステムが広く利用されているが、意匠設計や、その前段の製品コンセプトを創出する段階には適していない。本研究は、このようなコンセプト段階での意匠設計を支援するための手法に対して行ったもので、まず第1章では、このような意匠設計のコンセプト段階での問題が議論されており、本研究のモチベーションと、この問題に対する二つのアプローチが述べられている。両者に共通するのは、設計対象の形状を、その形状が柔軟に変化するようにパラメトリックに表現しておき、それを変形することによって設計案を表すという点である。

第2章では、2つのアプローチの内の一つで、**Adjective** デザインと呼ばれるものに基づく手法が提案されている。これは一般に、設計のコンセプトに対する形容詞（例えば、「柔らかい」、「鋭い」）によるデザインを可能にするものである。特に新製品などのコンセプトを表すのに、このような形容詞が使われることが多い。本論文では、パラメトリックに表された設計対象を、このような形容詞によって生成する手法について扱っている。先行研究として、形容詞とパラメタの関係をニューラルネットワークによって学習する手法を研究していたが、設計パラメタの数が大きくなった時に、計算時間が増大し、また、学習過程にも影響があった。そこで、どのパラメタが形容詞により影響があるかを、視線追跡デバイスによって計測して評価し、それによってパラメタの絞り込みを可能にした。この手法により、形容詞と形状パラメタの関係性の学習の効率を改善し、ヨットの胴体形状に適用することによって妥当性を検証している。

第3章では、もう一つのアプローチについて述べている。これの基本的な考え方はジェネラティブデザイン手法というものである。これは、コンピュータによって、多種多様な設計案を自動的に生成する技術であり、これによって、デザイナーに、自分では思いつかないような設計案を提示し、また設計案の全体（デ

デザインスペース) を俯瞰させることができ、コンセプト段階を効率化する。本論文では、パラメトリックに表現された設計案としての輪郭形状を対象として、デザイナーが適当な輪郭の初期例をシステムに与え、その初期例を変形することによって、様々な設計案を生成し、デザインスペースを探索する方法を提案している。このとき、設計案同士の類似度を評価することが、デザインスペースを構築する基礎となるが、本論文では新しい類似度が提案されている。また、探索方法については、類似解ばかりでなく、一定程度乖離した解を生成し、また乖離した解から新たな探索を行うなどの手法を提案している。

第4章では、第3章の手法をシステムとして実装したソフトウェアについて述べている。ソフトウェアは、汎用の3次元CADシステムのフレームワークの上に構築されており、初期設計案を入力する部分、設計案の生成を制御する部分、生成された設計案を管理する部分、さらに、生成された輪郭形状から、3次元形状の可視化を行う部分からなる。まず処理の効率について考えると、最近のジェネラティブデザインの研究動向としては、深層学習を用いたものが増えてきているが、本手法は、学習が不要なことが特徴であり、また、この実装によって計算効率も非常に高いことを示すことができている。これはデザイナーが対話的な設計案の生成と探索ができることを意味しており、コンセプト段階での利用にとっては重要な機能である。3次元の可視化は、システムが汎用の3次元CADのフレームワーク上に構築されているために実現できているが、これによってデザイナーにより具体的なイメージを与えることができるようになった。そこで、このシステムを多数の例題に適用すると共に、その結果をインダストリアルデザイナーに提示することによって、生成された設計案の有用性を確認している。

以上をまとめると、本研究はコンセプト段階での意匠設計を支援するためのコンピュータシステムとして、パラメトリックに表現された設計対象をベースとする手法を提案した。一つは、Adjectiveデザインによって形容詞を用いて設計対象を扱う時の、形容詞とパラメタの関係を視線追跡によって求め、その関係性の学習を効率化するものである。また、ジェネラティブデザインとして効率的に設計案を生成し提示する手法を提案した。特に、後者については、デザイナーにとって意味のある多種多様な設計案を、効率的に生成することができおり、工業的にも有用な成果を得たと言える。

よって本論文は博士(工学)の学位請求論文として合格と認められる。