眼鏡のCADシステム*

河合正治**

CAD System for Glass Frame / Masaharu KAWAI

Key words: CAD/CAM, glass frame, CG (Computer Graphic), visual simulation, 3-D CAD, solid model, fashion design, fairing

1. はじめに

眼鏡フレームは、眼球の前にレンズを保持するといった基本的な機能についてはメーカーを問わずどんな製品も十分満足しており、“かけごち”とか軽さ・材質などその他の若干の機能的な面が問われる場合もあるが、消費者の購買時の選択要素として、“形・見かけ・色・大きさ”といったいわゆるデザインと呼ばれるものが最大のポイントとなっている商品である。

このようなファッション製品は一般的に、その一連の商品化作業で、外観に関する最初のデザイン図が手書きのスケッチ図である場合が多く、最終的な商品としての意匠の評価は試作品を見ることによってなされ、必ずなんらかのモデルを作ることになる。ところが、意匠的試作というのは、スケッチ図を見ながら粘土や木を削ったりペンキを塗ったりなどの人手による作業がほとんどであるため、コストや時間が大幅にかかり、熟練者も必要となる。さらに、外観デザインが決定した後での本番の製品化作業においても、試作モデルの計測という手間のかかる作業が必要となり、コストダウンや納期短縮の大きな障壁になっている。このような様々な問題を解決し、さらに優れたデザイナーのデザイン感性を高い品質で市場に素早く供給することを目差して開発し、実用化した眼鏡フレームの意匠設計CADシステムについて述べる。

2. 意匠設計のCAD化

意匠設計のポイントは目視による評価である。

CAD化にあたっては、この目視ということを重点にシステムを構築しなくてはならない。図1に一般的な意匠設計の手順を示す。まずスケッチ図が作成される。そのスケッチ図をもとに手作業で実物そっくりのモデルの試作が行われ、それを目視することで意匠評価が行われる。デザインが決定されると、製品化作業が始まる。材料の準備、治工具や検査工具の作成、実際の生産などの一連の製品化作業の第1歩は試作されたモデルの計測である。意匠性の高い自由で任意な形状を数値化しなくてはならない。

このような従来型の意匠設計のステップでは、以前より、次の問題点が指摘されていた。

- (a) 試作に時間と経費がかかる。
- (b) 試作の品質が作業者の熟練度に依存する。そのため熟練者が必要である。
- (c) 初期デザインイメージが試作により変わる。

図1 従来のステップ

* 原稿受付 平成元年8月17日

** 正会員 (株)ニコン (東京都品川区西大井1-6-3)

図2 意匠設計 CAD

(d) デザイン決定後、製品化作業に時間と手間がかかる。

(e) デザイン決定後、製品化作業で商品のイメージが変わる。

そこで我々は図2に示すソリッドモデルを用いた意匠設計 CAD システムを構築した。

本システムは眼鏡フレームの意匠評価に、コンピュータグラフィックを応用したヴィジュアルシミュレーション (Visual Simulation) を利用し、評価のための試作工程を省略、時間の大幅短縮と経費の低減を図ったものである。この新システムでは、デザインをスケッチ図の自動読取もしくは直接ブラウン管への手書きにより入力し、そのデータを基に個々の部品の形状をソリッドモデルとして定義し、コンピュータグラフィックによりディスプレイ上に表示された極めてリアルな透視図を見ることにより意匠性を評価する。また、それに引き続く製品化作業は三次元 CAD データを CAM や図面作成システムへ転送することで展開される。

3. 眼鏡フレーム用意匠設計 CAD システム

意匠設計を行うのはいわゆるファッションデザイナーと呼ばれる人々であり、コンピュータやソリッドモデルなどを使いこなすのは不得手という場合がほとんどである。そのようなデザイナーには、いかにヴィジュアルなシミュレーションの機能が充実していても、ソリッドモデルに形状データを数値で入力する作業を強いられるわけにはいかない。そこで本システムでは、眼鏡フレームのデザイナーにコンピュータやソリッドモデルなどを意識させないことを実現するため、三次元

眼鏡フレーム意匠設計 CAD システム (FD システム)

図3 眼鏡フレーム CAD システム

CAD 用のデータ作成のための人間～コンピュータ対話サブシステムを置き、視覚に訴えながらの設計作業によりデザイナーが意識しないうちにモデリングが行われていくという方式を採用している。本システムはデザイナーが直接コンピュータと対話する部品形状定義システム、意匠評価が主目的である三次元 CAD、生産のための CAM と三つのサブシステムから構成されている。図3に本システムのブロック図を示す。

a) 部品形状定義システム

部品形状定義システムは試作時に部品を一つずつ作って行くことに対応しており、コンピュータ上に部品の三次元形状データを作成するシステムである。専用システムとなっており、意匠デザイナーを相手とした対話式の使いやすいものである。このシステムは32

ビットスーパーミニコン上でカラーグラフィックディスプレイとタブレットを使って実行される。デザインは最初に玉型と呼ばれる眼鏡レンズを正面からみた形状を画面上に創り出す。初期形状は、次の3種類の方法からデザインが任意に選択して入力する。

- (1) 紙に書いたスケッチ図をミニコンに接続された ITV より自動読取する方式。
- (2) スクリーン上へタブレットを使って直接手書きする方式。
- (3) パラメトリックと呼ぶ手法で、あらかじめ設定した9種類の標準的形状を選択する。

初期形状を入力すると、それをもとにデザインの意図するままに変形し書きなおすフェアリング作業が行われ良い感じの形状にデザインする。

フェアリング (Fairing) とは、意匠的によい形状へと修正していく作業の総称であり、その内容としては、タブレットを使った手書きでの形状の修正や局所的な曲率の変更、平滑化など6種類の手法がある。玉型形状が決定すると、リム (レンズの周辺を取り巻く部分の部品) の三次元形状作成に移り、各断面形状が各部に張り付けられスイープの手法によりモデリングが自動的になされる。

それ以外の各部品の形状定義は三面図入力、断面スイープ、標準化形状のパラメトリック入力の3種類の方法があり、任意に選択できる。

このシステムで創られたフレームの各部品の形状データは IGES フォーマットでファイルに出力され、保存される。

b) 三次元 CAD システム

対話型の部品形状定義システムで創成されたフレームの各部品の形状データは、大型汎用計算機 UNISYS 1100/91 に転送され、意匠評価のための三次元 CAD システム (UNICAD/SOLID) へ渡され、ソリッドモデルのデータへと変換される。本システムにおけるソリッドモデルは、B-reps データ構造で、自由曲面の表現は双三次ベジェ曲面パッチの方式である。このシステムの基本的な機能としては、部品アセンブル機能、透視図機能、形状修正機能、データベース機能などがあり、意匠設計はこれらの機能を十分に駆使して行われる。

部品のアセンブル機能は各部品を空間的に配置したり移動したりする機能で、一体化 (集合演算) するわけではない。

形状修正機能には、フィレットの生成、簡単な曲面の変更、簡単な寸法修正などがあり、規模の小さな変更に対応するものである。大幅な修正は、数値の変更

を主とするソリッドモデラ上では作業が複雑になるため、部品形状定義システムにもどって行う。

システムの重要な位置を占める透視図機能については、当社と日本 UNISYS との共同開発で実現されたものであり、表示される透視図については高度なコンピュータグラフィックス技術を用いている。デザインは眼鏡フレームの位置や姿勢、見る位置や光源の位置を設定し、極めて実物に近く描かれている透視図を見ること (ヴィジュアルシミュレーション) により意匠評価し、形状や材質、色、組立位置などの変更をしながらよりよいデザインを創造して行く。透視図は Phong のシェーディングモデルを用いて表示され、以下のような処理を行って極めてリアルな実感を表現している。

- ・透視変換
- ・隠面処理
- ・シェーディング処理
 - デプスキューイング
 - アンチエイリアジング
 - ハイライトの処理
- ・拡散反射係数や鏡面反射係数などを用いた材質感の表現
- ・色変更
- ・透明体 (レンズ等) の表示

表示に使われるグラフィックディスプレイはセイコー電子製の三次元ディスプレイ GR 3200 で 1280×1024 の解像度、同時表示 1600 万色のものである。図4は出力の一例である。

データベース機能は当社のフレームのモデル表示コードによって整理されている。検索可能項目は、メタル・プラスチックの違い、モデル名、サイズ、デザイン、作成年月日などがある。

c) 生産用システム

デザイン完了データは再びスーパーミニコンへ送り返され、生産用システムのフォーマットに変換される。生産用システムでは、図面を出力、各種の CAM システムへ接続される。

4. 本システムのメリット

意匠設計 CAD システムの実現で次のようなメリットが生じてくる。

(1) 試作工程を省略できる

試作には相当な時間と経費を要する。この工程の削減は当然大幅な時間短縮とコストダウンをもたらすことになる。さらに、作業者間で出来ばえに違いのあった試作モデルに対し、意匠の品質が安定する。

図4 透視図出力の例

(2) 製品化作業でモデル計測がなくなる

意匠性の高いモデルを工業製品にするためには、必ず、形状を数値として表現しなくてはならない。モデルは普通自由な曲面で囲まれており、計測や数値化、図面への表現など、多くの手間を要し相当な熟練を必要とする。ソリッドモデルは、形状を数値として表現しているため、フォーマットを合わせれば、以後に続くどのようなシステムへも正確な形状を供給することが可能である。モデル計測工程の省略は極めて大幅な時間短縮とコストダウンをもたらす。また、計測時の個人差のための変形もなくなり、意匠的品質が安定する。

(3) 意匠デザインの大幅な質的向上

コンピュータグラフィックを用いたヴィジュアルシミュレーションでは実際のモデルの製作を行っていないため、試行錯誤を簡単に行うことができる。十分に試行錯誤を行うことが可能となりデザインの大幅な質的向上を期待できる。

(4) 系列商品(サイズ, 色, 形), マイナーチェンジが迅速になる

既にコンピュータに登録してあるデータからの変更

によるデザインは極めて容易で短時間に行える。サイズや色の変更や簡単な形状の修正による新製品の開発は極めて迅速になる。

(5) デザイナが本来の仕事に専念できる

面倒な計測や手間の掛かる図面作成などの雑作業をコンピュータシステムに置き換えて、デザイナーは創造の世界に専念することができ、モラルのアップや能力の向上を図ることができる。

5. おわりに

本眼鏡フレーム意匠設計 CAD システムには大きく二つの特色があると考えられる。その第一は、ファッションデザインから CAD・CAM に至るまでのトータルシステムを実現したことである。

意匠評価のためにコンピュータグラフィックによる高品質の三次元透視図機能を開発し、意匠設計の CAD 化をヴィジュアルシミュレーションにより実現した。本システムは当社の眼鏡フレームを対象としているが、基本的な考え方はすべての工業製品に通ずるものである。本システムでめざした、ファッションとソリッドモデルの密接な結び付きということは、今後の技術計算におけるコンピュータの利用技術の重要なトレンドの一つであると考えている。

特色の第二は、ソリッドモデルの利用技術を従来の数値の世界から視覚の世界へと変える試みを行ったことである。意匠デザイナーは視覚に対する鋭い感性の持ち主であるが、コンピュータや数値列に対しては不得意の場合が多い。これらの意匠デザイナーの優れたセンスを引きだしながら、ソリッドモデルの形状データ作成をさせることができる明快な手法を見出したわけではないのであるが、一つの試みを行ったのである。

本システムは62年4月に完成し、現在ではシステムを運用しながらさらに使いやすいものへと改良や機能の追加を行っている。