

意匠設計におけるCGシミュレーション

高島 純 平野 徹
ダイキン工業 CAEセンター

意匠設計において、CG技術を適用した製品形状・色の検討を行う手法について述べる。最初に、三次元形状定義のためのソリッドモデリング技術について述べ、その適用例を紹介する。また画像処理技術を応用した画像合成・カラーシミュレーション手法について述べ、その適用例を紹介する。これらの技術を用いて作成されたイメージは、概念設計段階でのデザイナーのコンセプト創りに役立つと同時に、意志決定の場であるデザインレビューにおいても、プレゼンテーションツールとして有効に利用される。CG技術を用いることにより、製品形状・色検討が従来の手描き手法に比較してより容易になるため、デザイナーは、工数を要するルーチンワークから解放され、より創造的な業務の割合を増やすことが出来る。

COMPUTER GRAPHIC SIMULATIONS IN THE INDUSTRIAL DESIGN

Jun Takashima Tohru Hirano
CAE Center Daikin Industries, Ltd

1304, Kanaoka-cho, Sakai, Osaka 591, Japan

In this paper, computer graphic simulation technologies for product shape and color evaluation are presented. At first, solids modeling technology for 3D geometric definition and the applications in the industrial design process are introduced. Then, image superimposition and color simulation utilizing image processing technologies are described and the applications are also introduced. Computer rendered images with these methods not only aid the designers to conceptualize new products, but also become the best presentation tools for decision making at the design review. Because the CG simulation technologies make the design process much easier than the conventional hand drawing method, the productivity in the design process is greatly increased and the designers can concentrate on more creative works.

1 はじめに

近年、製品の多様化と共に機能・性能による製品の差別化が困難になり、製品意匠による差別化がクローズアップされている。また消費者のニーズに応じて製品サイクルが短くなって来ており、デザイナーにかかる負荷が大きくなって来ている。そこで本研究では、このデザイナーの負荷を軽減するために、CG技術を用いて製品形状・色の検討を行う手法について述べる。

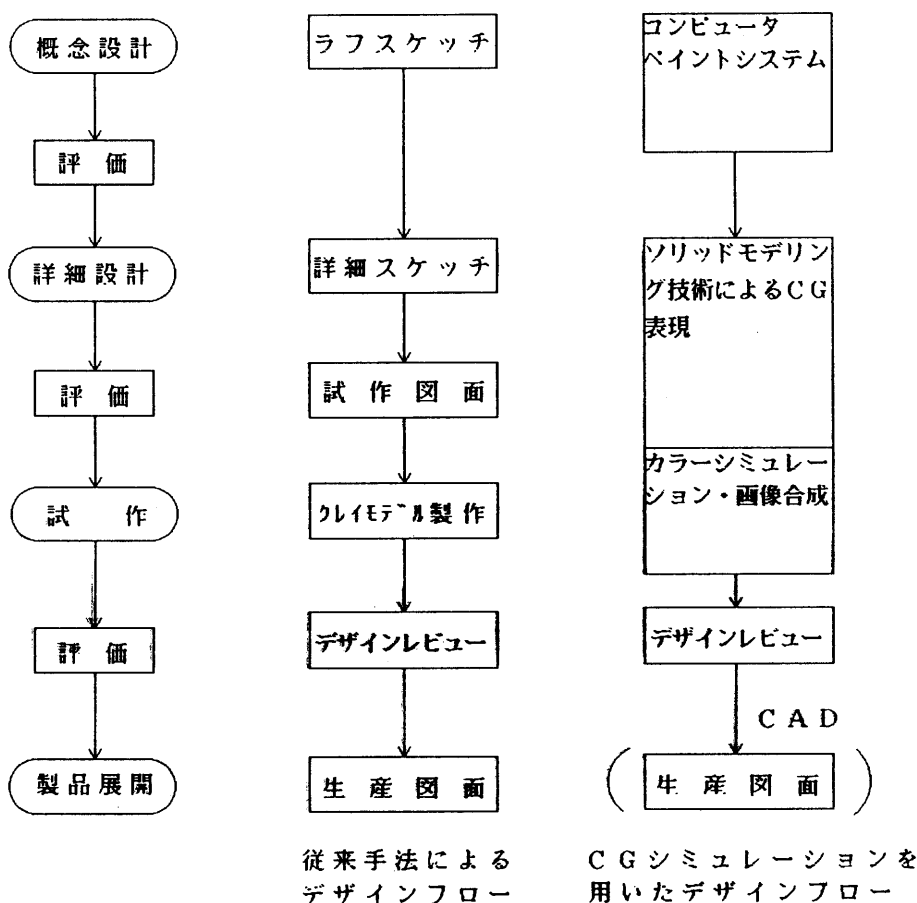


図1 意匠設計によるデザインフロー

2 意匠設計におけるフロー

意匠設計において、デザイナーは図1のような、フローで業務を進めて行く。左が意匠設計における各ステップを、中央が従来手法によるデザインフローを、右にCGシミュレーションを用いたデザインフローを示す。ここでは従来手法を中心に各ステップの内容を説明する。

2.1 概念設計

概念設計は、デザイナーの頭の中にあるこれから作ろうとする製品のイメージをラフスケッチを描くことで具体化していくものであり、より創造的な仕事であるといえる。

2.2 詳細設計

詳細設計では、概念設計で得られたイメージをより具体化するために細部の検討を行う。この際、特にアピールする部分など詳細に検討を行う。その後デザイナー自身が評価して、必要があれば概念設計へ戻る。ここで評価が納得行くものであれば、試作にかかりクレイモデルを製作する。

2.3 試作

クレイモデルは、モックアップとも呼ばれ通常機能部品を除いた状態で製作される。この段階でさらに詳細な検討が行われる。また製品単体だけではなく、周囲環境との調和も評価され、モデルルームに置いて評価したり、モックアップの写真を背景写真に貼り合わせるにより評価を行う。この時点でモデルを削ったり、部品を付加することでの修正も行われる。

デザイナー自身の評価後、何ケースかの案にしばり込まれデザインレビューにかけられる。

2.4 デザインレビュー

ここでの評価者はデザイナーだけではなく、営業部門、商品企画部門、あるいは上位の意志決定者である。デザイナーの提示した案のしばり込みあるいは変更がこのデザインレビューにより決定される。

2.5 商品展開

デザインレビュー後、決定された案に対して、実際に製造出来るよう寸法などの修正がされ生産図面化される。

3 ソリッドモデリング技術の適用

前章で述べたフローにおいて、ソリッドモデリング技術は、詳細設計、クレイモデルの評価において活用される。ここで使用する技術としては、形状モデリングにおいては構造的（幾何学的）データの生成と操作（Transformation）を行うが、計算機内部にソリッド（内部領域の認識）としてデータを持つことにより、論理演算が可能となり、物体の作成過程が現実の加工と相似した手順で行える。

3.1 ソリッドモデルの内部表現

ソリッドモデルとして計算機内部で表現される形式として次のような3つの形式がある。

(1) Spatial Enumeration（空間分割法）

3次元空間を、3次元グリッドに分割し、物体の存在をそれぞれのセル上での有無の判断で行う

ものである。利点として、記述プログラムがきわめて簡単になること、ハードウェア化することが可能、物体間の干渉が3次元ビット配列のセットオペレーションで可能になること、体積計算が容易であることが挙げられる。欠点としては、境界線や交線などの算出が困難であること、境界の変更が難しいこと、精度を上げるとメモリー、CPUパワーなどのリソースを食ってしまうこと、曲面定義の記述が無いことなどが挙げられる。

(2) Constructive Solid Geometry

物体をあらかじめ登録されているプリミティブ（直方体、球、円錐など）の組合せ及びその過程として定義するものである。利点としてデータベースがコンパクトであり、干渉チェックをオペレーションを完了してから行うことが出来ること、またオペレーションの過程の変更で物体形状の変更が容易に出来ることなどが挙げられる。欠点としては、面情報まで持つと、データベースがコンパクトであるという利点が失われる。干渉チェックの計算が遅い、画面表示のためには、次に述べるBrep表現に展開しなければならない。また最終形状を変更して作業することが困難であることなどが挙げられる。

(3) Boundary Representation

面、稜線、節点といった要素を用いて、物体を幾何学的に記述するものである。利点としては、各面、稜線、節点に対して属性を持たすことが出来る。サーフェスのみのモデルに対してソリッドのオペレーション（論理演算）をすることが出来る。他のサーフェスモデルやワイヤフレームモデルに対してデータのコンパチビリティがあるため容易にそれらのシステムに対して落とすことが出来るということが挙げられる。欠点としては、データベースがCSGに比べて大きくなる、各操作の後につど交線計算を行われなければならない。図形修正操作をプログラムに加える作業が他のモデルに比較して大変であるといったものが挙げられる。

現在では、CSG、Brepそれぞれをベースに相手の表現も取り入れたシステム（Dual表現）が開発されているが、どちらかといえば実用システムではBrepベースのものが多い。

本研究でもBrepをベースとしてCSGの概念を用いたシステムを使用している。

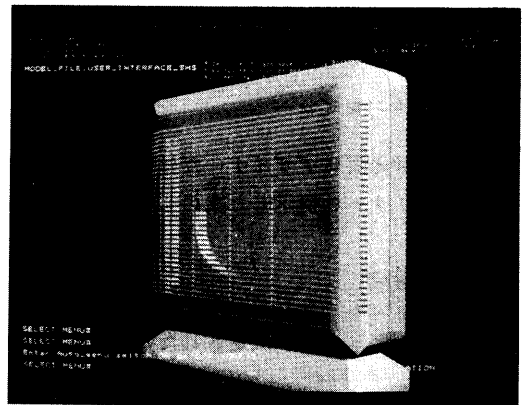


図2. a 空気清浄機のシェイディングイメージ

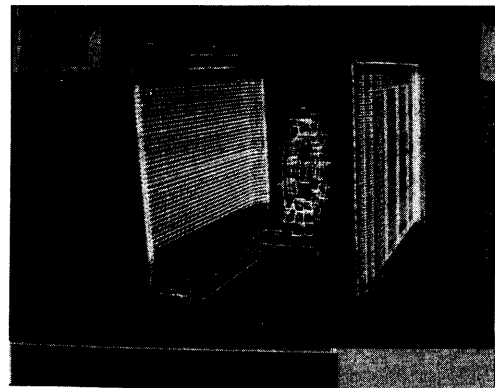


図2. b 空気清浄機のワイヤフレームイメージ

3.2 自由曲面

デザイナーの感性による形状表現に対応するためには、自然界に存在する自由曲面を表現出来るシステムでなければならない。通常この曲面は数式モデルで表現されるが、モデルによっては、厳密に表すことが出来ず、近似に終る場合もある。各数式モデルの特徴を表1に示す。これらのモデルは、B r e p s 表現において必要となる。最近のシステムでは、NURBS [1]を採用したものが多くなっている。本研究でもNURBSを採用したシステムを用いている。

図2に本技術を適用した空気清浄機の計算機モデルを示す。複雑な曲率を持った面の重り具合、一枚板からスリット部を除いて作成していくなど、ソリッドモデリング技術を用いてきわめて簡単なオペレーションで作成された。このモデルのデータは3次元で保持され、ターミナルまたはグラフィックワークステーション上で任意の方向から見る事が出来る。また一度作成されたデータは、計算機のディスク上にファイルとして格納され、再呼び出し、形状変更などきわめて容易におこなわれる。

表1 自由曲面の数式モデルの特徴[2]

		年	特 徴
(1)	Ferguson	1960	曲面分割が容易、座標変換が容易。
(2)	Coons	1964, 1967	ツイストベクトルの導入。数式的に簡潔である。 (1)を内含する。しかし(1)同様、人が形状制御を直観的に行いにくい。接続条件に問題がある。
(3)	Bezier	1968	ポリゴンの角を平滑化して得られる曲線からなる曲面。直観的に理解しにくい接線ベクトルやツイストベクトルを必要としない。 制御性には優れているが、接続性に問題がある。
(4)	B-spline	1974	混ぜ合せ関数として基底スプラインを用いる曲面。 制御性に加えて接続性に優れている。
(5)	Rational B-spline	1975	有理表現を用いることにより円や放物線の正確な表現が可能。重みの制御により鋭利角の表現も可能。
(6)	NURBS	1983	ノンユニフォームな制御点を与えることにより、曲率に従った最適な配置が行える。

4 画像処理技術の適用

この技術は、従来業務におけるクレイモデル製作後のカラーコーディネーション評価において適用される。これはクレイモデルの色の塗り変えに相当するもので、ソリッドモデルのレンダリング画像や、実際に製作したクレイモデルの写真画像の領域判断を行い、その色を次々と変更して、評価するというものである。また、周囲環境とのマッチング評価においても画像合成の技術を用いて計算機上で行うことが可能である。次にこの項目での各要素技術について述べる。

4.1 アフィン変換

2つの画像を合成するために、パース情報が合わない場合、アフィン変換が必要である。アフィン変換とは、原画像を拡大、縮小、回転、移動あるいは一般的に任意領域にマッピングする技術である。ここで取り扱われる画像はすべて2次元画像である。(モデリングによる画像も色の変更や合成に用いられる場合には2次元画像と見なされる。)図3にそのアフィン変換の例を示す。



図3. アフィン変換を適用した例

4.2 画像合成

画像合成においては、CGレンタリングと写真あるいは手描画像等などの異なる素材を扱う。いずれの場合にも、領域を自動判断あるいはオペレータが指示して出来るマスクを用いた操作、境界でのアンチエイリアジング処理、周囲と同じ色のかすみをかけるぼかし操作などの技術が適用される。これらにより合成時の違和感をなくすことが出来る。図4は、室内背景写真画像に空調室内機単体の写真画像を合成した例である。ここではパース情報を合わせるためアフィン変換も空調室内機に用いている。

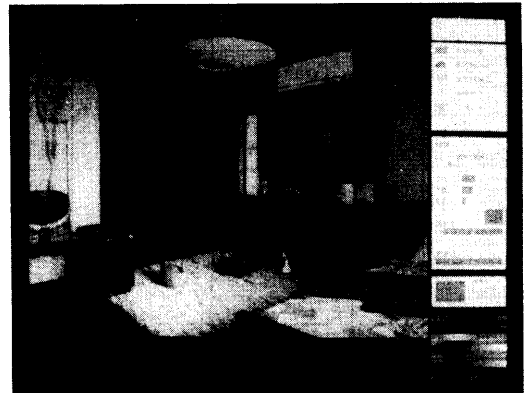


図4. 画像合成例

4.3 色変更アルゴリズム

カラー画像に対して領域分割したり色変更を行う場合には、物体固有の色情報に注目して他の物と区別を行う。CGの世界では、グラフィックターミナルに表示するため色モデルとしては、RGBが一般的に用いられるが、色変更のためにはHLSやHSVに変換する方法を用いている。[3]例えば領域分割する場合、サンプリングした点からその領域の色相と彩度を抽出し、すべての領域に対してその色相と彩度が合致する点をすべて選び出せばその領域が自動的に判別される。実際には特に写真画像などの場合ノイズ成分が含まれるため、ある誤差値を含んだ形で判別を行う。こうして領域分割されたものに対し、別の色相、彩度を与えれば、保存された明度と組み合わせてまったく別の色に塗り変えた状態が実現される。この過程及び結果を図5に示す。

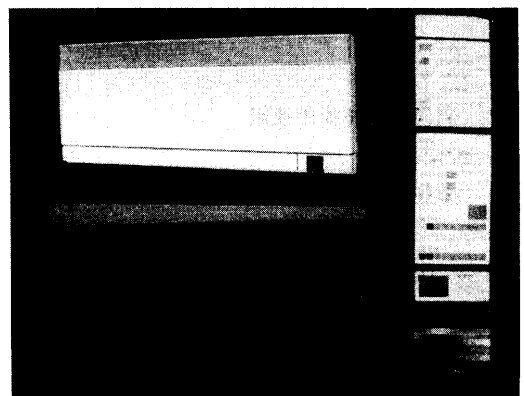


図5. カラーシミュレーションによる色検討

5. おわりに

CG技術を用いて製品形状、色の検討を行う手法について述べた。しかしこれは現在のデザイナーの仕事をすべて計算機に置き換えたわけではない。デザインというものは人間の感性に訴えるものであり、意志決定の部分まではとても計算機では行えない。本研究は、デザイナーのルーチンワークを抽出しそれを計算機により支援することにより、創造的業務を促すものである。この創造的な業務にまで計算機支援を拡大するためには、AI手法などを用いることが今後の課題となるであろう。

【参考文献】

- [1] Wayne Tiller : Rational B-spline for Curve and Surface Rpresentation,
IEEE Computer Graphics and Applications , Vol.3 , No.6 , Sept. 1983 , pp61-69
- [2] 山口富士夫 : 形状処理工学[1][11] , 日刊工業新聞社 (1 9 8 2)
- [3] 平野, 高島, 宮脇 : 意匠評価のためのカラー画像処理システムの開発, 情処第36回全国大会,
4V-1, pp1741-1742(1988)