

テクニカルイラストレーションの生成アルゴリズム*

7V-3

島田繁広, 近藤邦雄, 神原 章, 佐藤尚, 島田静雄†
埼玉大学

1 はじめに

機械工業製品の説明用イラストレーションとして、テクニカルイラストレーション(以降TI)は広く用いられている。正確さを重視し、また技能差が出ない描画法が定められていることから、コンピュータの利用が適した分野であるが、描画するためには3DモデラやCADアプリケーションを使用しなければならず、TIに最適化されたシステムは現在のところ見当たらない。そこで本研究では、TIで用いられる技法、描画の仕方を整理し、自動化できる部分をアルゴリズム化した。そしてそれらをまとめて、描画システムTech-Drawを構築した。

2 描画技法の分析

TIでは、アインメトリック投影法が用いられる。基本的な描画の技法として、直線と円(アインメトリック楕円)、円弧が基本図形となり、これらを組み合わせることで複雑な形状を表現できる。描画の基となる図は三面図などで与えられることが多く、記載された寸法をアインメトリック軸上の座標に変換し、線分を描いていく作業が主となる。そのため、作図用の補助線がいくつも必要になる。また清書用の技法として以下のルールが定められている。

2.1 輪郭線と内郭線の描画

図1, 図2に示すように最も基本的な陰影表現として、輪郭線は内郭線より2倍程度太く描くことが定められている。内郭線とは面と面が接触している辺のことである。

2.2 影付け

TIでは光が図の左上前方から当たっていると仮定して、影付けを行う。影付けの面の表現はモノクロで行われるため、線の粗密やスクリーントーンなどを用いて影付けを行う。基本的に必要な部分にだけ高いコントラストを与え、全ての面に濃淡を与えないことも特徴であり、またこうすることで図をわかりやすくできる。図1に示す。

2.3 丸みの表現

かどに丸みのある場合には、ところどころを切ることでハイライトをつけ、丸みを表現する。図2に示す。

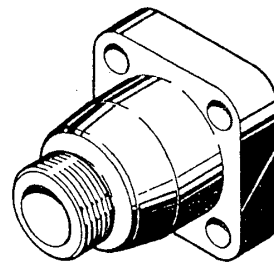


図1

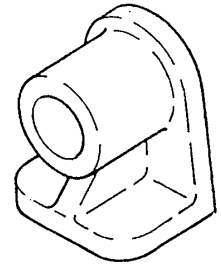


図2

3 描画アルゴリズム

上に挙げた描画技法及び、TIを描く際に人間が行っていた描画作業の一部をコンピュータ上にインプリメントする。この中で本システムの特徴となる部分を述べる。

3.1 線分から面への自動認識

描画された線分がすでに描かれた面のいずれかに接続すると、面ループをつくり、内郭線/輪郭線を判定する。既存の描画ツールは線や多角形をそれぞれ別のモードで切替えて描画していた。しかし、テクニカルイラストレーションの描画の技法を参照すると、前述の補助線を多く使用して描画するケースが多く、面単位での描画は不都合となることが多い。また、インターフェイスとしてもモードレスで描画できる方が人間にとって扱いやすい。これらの要求を満たすため、モードレスで線と面を描画できるアルゴリズムを作成した。具体的には、頂点のデータと各頂点が別のオブジェクトのどの頂点と接触しているか記録しておく。線分が描画されると、接触点の情報を順次サーチし、閉じていたら面を生成する。このとき、重複や迂回がないようにチェックしている。

*Drawing Algorithm for Technical Illustration

†Shigehiro SHIMADA, Kunio KONDO, Akira KANBARA, Hisashi SATO, Shizuo SHIMADA

3.2 面の法線ベクトル判定

アイソメトリック投影法は、消失点が存在せず、奥行きがない。そのため、正方形を描画した時、正方形はどんなに遠くに／近くに描いても大きさは変わらず、また形も変わらない。この性質を利用して、各辺の傾きと平行である辺の組を調べることで、面の傾きが推定できる。具体的には、 $y=0, z=0$ 面はアイソメトリック軸上では垂直な一対の線分、30度の傾きを持った線分の組で表現される。 $x=0$ 平面は30度の傾きを持った線分2組で表現される。また、扱う対象が機械部品であり、直方体を基本にした軸に平行な面が多いことから、この機能がうまく働くことが推測される。しかしこれだけでは長方形しか判断できないので、多角形や非アイソメトリック面と呼ばれる軸に平行でない面でもある程度識別ができるようになっている。このようにして3次元空間内の面の傾きを推測する。本システムが2次元で描画するにもかかわらず、3次元的な描画をしているように見える特徴の一つである。

3.3 隠線処理

隠線処理は、非常に簡単に行なっている。人間が絵を描く時、細部や隠れている部分をあとから描くことはあまりない。大きな部分、奥の方から描いていくと言い替えてもよい。この事実を利用して、あとから描いた部分が上に重なり隠れるように描画することで、疑似的に隠線処理を行なう。また、このような方法で隠線処理をする時の例外処理として凹んだ部分の描画、平面では面の内部に面があるように見える場合の処理は、凹んでいると判断し描画する。なぜなら、工業製品にはこのような凹んだ部分をもつものが圧倒的に多いからである。(図1,2)

4 システム概要

描画インターフェイスにスタイラスペンを使用する。ペン入力の特長を生かして、フリーハンドでも入力ができる。こちらは、人間が直線や幾何図形を描くときどうしても不正確なものになってしまうが、その不正確な部分を訂正して描画する機能を付加した。フリーハンドによるブレのある線分を直線や曲線に直すルーチンは[2, pp. 28-36]による。これにより、フリーハンドに近い形での描画が可能になった。本来、TIは仕上げの段階に用いられるものだが、このような描画の方法を取り入れることで、より幅広い利用が可能になった。前述の理由から面を描くツールは特別用意されていない。円・円弧はフリーハンドで描いても認識されるのだが、思った場所に正確に描画することが難しいため用意されている。

また、TIで用いられるアイソメトリック楕円定規などの製図用具を模した機能も用意されている。これらのツールを用いて補助線を引いて描画することも可能である。描画に際しては前述の面の生成や影付け、陰線処理などは自動的に行なわれるので特に人間が意識する必要はない。ただ、意図したものと異なった認識された時は編集することができる。また、ディスプレイに描画されたイラストはPostScriptコードに変換し、レーザープリンタに出力することができる。

5 描画の手順

図3に示すTIを作成する手順を示す。人間がスタイラスペンを用いて線分を入力する。まず土台部分を入力する。入力した線分が接続し、面が作られたら内郭線・輪郭線判定ルーチンが働き、線分の強調を制御する。同時に、面の方向も判定し、影付けをする。(この例では影付けはなされていない) 後から細部を描いていくと描いた部分が上に表示され、先に描かれた部分が隠れる。

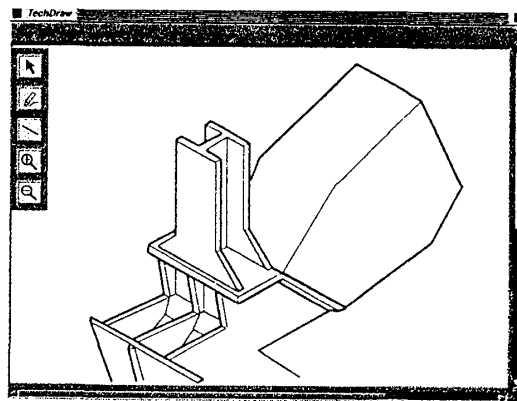


図3

6 おわりに

TIを描画するシステムとして、最適化された機能と描画技法のルール化を行なうことで、効率的な描画を行なうことができるシステムを構築できた。

参考文献

- [1] 大西 清 監修、遠藤 俊次 著：“テクニカル イラストレーション”、理工学社、(1973)
- [2] 近藤 邦雄：インタラクティブレンダリング法による3次元形状に関する研究、(1987)
- [3] 神原 章：3次元形状表現のための白黒画像の描画法、情報処理学会論文誌 Vol.34 No.8 pp.1762-1769、(1992)