

モノクロレンダリングによる画像生成*

2C-4

島田繁広[†], 近藤邦雄[‡], 佐藤尚[‡], 島田静雄[†]
埼玉大学[‡]

1 はじめに

CGのフォトリアリズムを追求する分野では、ラジオシティ法などの精密な計算手法により、リアリズムに関する課題はかなり解決されてきている。一方、イラストレーションに代表される画像の分野では強調省略によって理解しやすい画像を生成する研究^[2]が行われているが、アルゴリズム化しづらい分野であり研究はあまり進んでいない。本研究ではテクニカルイラストレーションを対象とするが、テクニカルイラストは形状特徴の誇張や陰影部分を強調し表現することで、形状を正しく伝えること、短時間で理解できることの2つを目的としている。また、彩色しないのだが、白黒のみでも十分に形状や質感の表現が可能である。本研究では、三次元形状モデルを利用した投影図に対して強調描画を適用する手法を提案する。

2 強調描画の規則

テクニカルイラストで用いられている強調表現は、人間の視覚特性を考慮して作られている。普段目にするイラストの多くにこのような強調表現が用いられているので、特に意識せずにこれらの強調表現を用いて形状を理解している。その規則について以下に述べる。

2.1 線による強調描画の規則

形状の輪郭・平面の方向の変化・肌あい・ハイライト等を、線の長さ・線の太さおよび太さ変化のある線を使って表現することができる。同時に、立体感や陰影効果を出すことができる。線の太さの役割は、太い線で表された部分は強調され、細い線で表された部分を弱めることである。また、太さ変化のある線は、物の形と奥行きを連想させるために使われ、立体感を表現できる。これらの規則を線分の太さ制御手法としてまとめて実装した。

2.2 シェーディングの規則

形状の材質や表面の質感、曲面の形状などをより正確に表現するために、形状にシェーディングを施す。

白黒でグレースケールを描画するにはドットやラインを間隔をあけて描画することで表現する。ドットを用いて表現すると陰影のコントラストが低下するので表面が凸凹しているような質感を与え、逆にラインを用いて表現すると陰影のコントラストが高まり、表面が滑らかであるような質感を与える。このような視覚特性のルールを用いることで、白黒のみのテクニカルイラストレーションでも質感を表現することが可能である。

3 モノクロレンダリングについて

形状をモノクロの線画で表現するには、カラーの表現に比べると色彩の情報がなくなるので、物体の色を表現することができない。また、階調の表現は点や線などのパターンを密度を変化させて表現させる。そのため画像の情報量が少なくなるのだが、前節で述べた人間が持っている画像を理解するためのルールを用いることで、形状の理解に関しては写実的な表現と同等以上の表現力を持っている。

3.1 特徴線の強調

特徴線強調システムは、形状の輪郭や特徴となる線を強調して表現することができる。その結果、よりわかりやすく理解できる線画を作成することが可能である。本システムで用いられている表現の技術について述べる

3.1.1 輪郭線/内径線/不要線の判別・強調表現

輪郭線とは、3D形状を2D平面に投影したときの物体の輪郭を示す線のことであり、内径線とは形状の内部にある線で、面と面の境界を示す線のことであり、通常、輪郭線は内径線より太く描くが、暗い部分にある線はさらに太く描く。そのために、フラットシェードして得られた面の輝度値に応じて輪郭線の太さを変化させて描画する。また、曲面をポリゴンで表現すると沢山のポリゴンが必要になり、不必要なポリゴンまで描画してしまうので曲面の形状がわかりづらくなる。そのため、曲面は内部のポリゴンを描画しないで輪郭線を抽出し描画する。

*Monochrome Rendering for Technical Illustration

†Shigehiro SHIMADA, K. KONDO, H. SATO, S. SHIMADA

‡Saitama University

3.1.2 奥行き表現

細かな部分からなる形状を表現するときに、線のみ表現では面が何層も重なってしまう。この場合、どちらが上でどちらが下か一見して判断しづらい。このような場合には下にある輪郭線と上にある輪郭線を切って描く。こうすることで、面の上下関係を表現することができる。

3.1.3 ドット・ラインシェーディング

3Dモデルにフラットシェードを施して得られた面の輝度値に応じて、各面にドットまたはラインを密度を変化させて描画することで陰影表現をする。プリミティブに応じてドットシェード、ラインシェードのどちらを用いるか設定することができる。ドットシェードは形状が異なる材質でできていることを表現する場合は、形状ごとに異なるパターンで描画することで異なる質感を表現することができる。形状に適切なパターンを用いることで、ドットやラインシェーディングでも質感の表現は可能である。

4 画像生成と評価

本節では、三次元モデルで生成したモデルを用いてレンダリングした描画例を示す。図1、2は形状モデラSwivel3Dによって生成した形状データをレンダリングして出力した例である。図1は形状の輪郭線を抽出し、陰影に応じて自動的に線の太さを変化させ輪郭を強調した例である。陰線処理しただけの画像に比べ曲面内部のポリゴンがなく、また線の太さの変化から曲面の丸みなどが表現できている。図2に、ドット/ラインシェーディングの結果を示す。フラットシェードをして得られた面の輝度値をドット/ラインの密度に変換して描画している。図1に比べて曲面の形状をより正確に表現できる事と、面ごとの質感の違いを表現することができる。

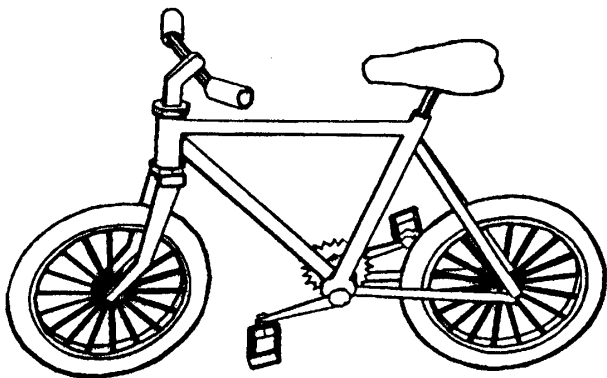


図 1: 輪郭線強調

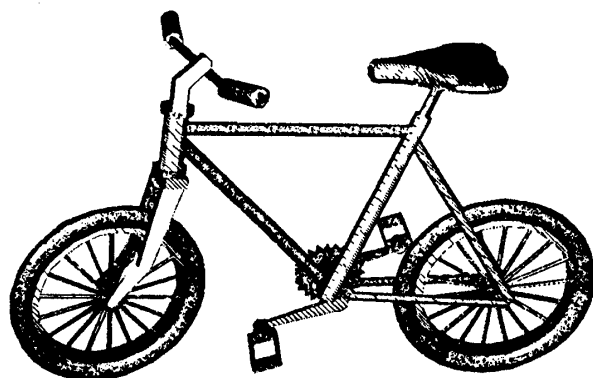


図 2: ドット/ラインシェーディング

5 結論

本研究では、計算機によって立体形状の奥行きを強調して表現するための太さ変化のある線分表現法、曲面を分かりやすく表示するためのドット・ラインシェーディングを形状モデルに適用し描画するシステムを作成した。そして描画実験を行ない、描画手法の有効性を評価した。この結果以下のことが分かった。

- (1) 線分の太さ変化/輪郭線の強調などのルールを用いることで、線画のみでも物体の形状をよりわかりやすく表現できることが確認できた。
- (2) モノクロの質感表現のルールをシェーディングモデルを用いて表現することにより、従来手書きで描かれていたモノクロのイラストを自動的に生成することができるようになった。

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)
- [4] Georges Winkenbach and David H.Salesin, Computer Generated Pen-and-Ink Illustration, Proceedings of SIGGRAPH'94 (Orlando, Florida, July 24-29, 1994), In Computer Graphics, Annual Conference Series, 1994.