

直交性に基づく線画の定性的3次元形状復元

5 R-7

西村 治

角所 考

北橋 忠宏

大阪大学産業科学研究所

1 はじめに

人間同士のコミュニケーションにおいて、自分の思い浮かべる3次元形状を他者に伝達する場合、その線画を描いて示すことが多い。本研究では、線画のもつこのような3次元形状情報メディアとしての側面に焦点を当て、マウスを用いて入力された手書き線画から、描画者が意図した3次元形状を復元するための手法について検討する。

手書き線画からの形状復元問題では、線画と意図された3次元形状の射影像との誤差が大きいため、形状復元の曖昧さが高い。従来研究においては、このような曖昧さの中で定量的な3次元形状を一意に定めるための様々な手法が提案されてきた[1][2]。しかし、上述のような線画の形状情報伝達メディアとしての側面を考慮すれば、復元されるべき形状の具体性は意図された形状のそれに依存して決まるべきであり、常に同程度の定量的3次元形状を求める必要があるとは限らない。手書き線画が利用されるような場面では、描画者自身が3次元形状を厳密なレベルまでは把握していないことが多く、形状情報の伝達という目的からいえば、描画者が意図している形状の相違を適切に反映した形状情報を復元することが重要であり、それ以上の形状の具体性や線画との厳密な整合性を考慮することはあまり意味がない。

そこで本研究では、このような描画者が意図したレベルの形状の相違を反映した、定性的な3次元形状復元の実現を目的とし、このための第一歩として、物体中の角の鋭角、直角、鈍角の区別に基づく形状復元を試みる。この際、上述のような手書き線画のもつ曖昧さのため、常に正しい3次元形状を一意に決定するための客観的な手続きを定めることは困難であるとの考えから、複数の候補を優先順位をつけて提示し、適切なものを選択を要求するという対話的な処理形態を前提とする。

Rectangularity-Based Qualitative Shape Recovery,
Osamu Nishimura, Koh Kakusho
and Tadahiro Kitahashi (ISIR, Osaka University)

2 直交性に基づく定性的形状復元

2.1 勾配空間の分割

画像平面上に xy 軸を、視線方向に z 軸をとったカメラ中心座標系を考え、 z 軸に平行でない3次元平面 $z = px + qy + K$ の向きを勾配空間 (p, q) によって表現する。ここで、平行投影によって描かれた線画中のある角を構成する2辺 \vec{l}_1, \vec{l}_2 が x 軸となす角を α, β とすると、この角の大きさ A が3次元で 90° であるとき、この角を含む面の可能な3次元方向は、勾配空間中で、 pq 座標軸を $\frac{\alpha+\beta}{2}$ だけ回転させた p', q' 軸を対称軸とする双曲線となり[3]、勾配空間はこの双曲線を境界線として、 A が鋭角、直角、鈍角の場合に分割される。

2.2 候補形状の決定

線画中のある多角形を考えると、このそれぞれの角に対して、上で述べたような双曲線が存在し(図3)、これらによって分割される勾配空間中の同一領域(双曲線の交点や、交点によって区切られた双曲線の各部分もそれぞれ独立の領域とみなす)に対応する復元形状は、角の鋭角、直角、鈍角による区別では、全て同一の形状となる。すなわち、図1(a)~(c)のような形状は異なる領域に属し、(d)~(f)のような形状は同一の領域に属する。

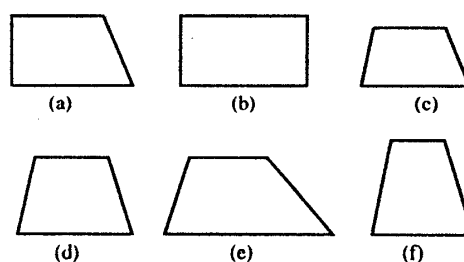


図1: 直交性に基づく形状の区別

ここで、 (p, q) が十分に大きい部分は面の向きがほぼ z 軸に平行であるとみなして、勾配空間中の $\sqrt{p^2 + q^2} \leq r$ (定数)の部分のみを考えれば、各領域は全て有限となるので、これらからそれぞれの中心付近の一点を適当に選ぶことにより、入力線画に対して、鋭角、直角、鈍角のレベルで区別

される代表的な復元形状の候補が求められる。この際、各領域に対応する3次元形状は、双曲線の交点、線上、それ以外、の順に直角の多い形状となることから、これを形状の提示の優先順序付けに利用する。

3 実験結果

以上の手法を利用して、簡単な手書き線画の形状復元を試みた。実験では、1面ずつ対応する図形を順に入力し、面を1つ入力する毎に、上記の方法によって復元形状の候補を順序付けて提示し、その中からユーザが正しいものを選択するという処理を繰り返した。これは、文字入力の際に用いられるかな-漢字変換フロントエンドプロセッサに対応した使い方を意識したためである。

まず図2(a)のような図形を入力する。これに対応する双曲線は図3(a)のようになる。これらによって分割された勾配空間の各領域に対応する3次元形状のうち、優先順位の高いものの例を図4(a)~(c)に示す。ただし、図2(a)は厳密には平行四辺形ではなく、図3(a)では4つの双曲線が一度に交わることはないため、このままでは長方形が復元形状として生成されることはないが、本手法では線画の誤差を考慮して、図2(a)において点線で示したような修正を施した場合(図3(b))も同時に考慮し、これに対応する3次元形状も含めて提示するため、図4(a)のような長方形も復元形状に加えられている。この段階でユーザが所望の形状を選択し、2面目(図2(b), 図4(d)~(f)), 3面目(図2(c), 図4(g), (h))へと処理が進む。なお、2面目以降の処理では、それまでに入力・確定された面との接続関係に基づく拘束が生じるため、復元形状の候補はかなり絞られる。

4 まとめ

手書き線画によって意図された3次元形状の復元を目指して、角の直角、鋭角、鈍角の相違に基づく定性的な形状復元を試みた。今後の課題の1つとして、描画者の意図する形状の相違の記述のためのその他の形状特徴(平行性、辺の比率など)の考慮が挙げられる。

謝辞 日頃有益な御助言を賜る大阪大学産業科学研究 所 馬場口 登助教授、ならびに近畿大学理工学部 淡 誠一郎 講師に深謝する。なお、本研究の一部は、文部省科学研究費一般(A)による補助を

受けた。

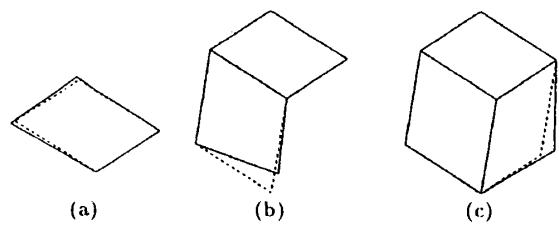


図2: 入力画像

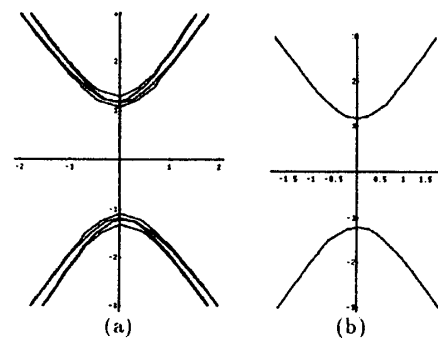


図3: 勾配空間の分割

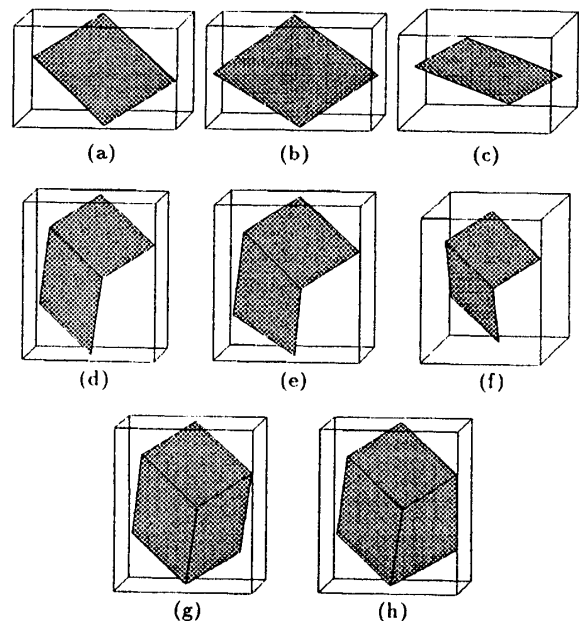


図4: 候補形状の例

参考文献

- [1] 古島 他: 手書き図形の自動認識による3次元自由曲線モデルの生成, 精密工学会誌, 59(1993).
- [2] 堀越 他: 手書きスケッチ操作による三次元モデルの入力と立体形状検索への応用, 情処論, 35(1994).
- [3] 出口: 画像と空間, 昭晃堂(1991)