

# OrtoSolid:ソリッド変換時におけるエラー情報を用いた編集処理

1U-2

岡野 彰、増田宏、井上恵介、松沢裕史  
日本アイ・ビー・エム（株）東京基礎研究所

## 1 はじめに

筆者のグループはこれまで 2D-CAD の図面データからソリッドモデルを生成する OrtoSolid を研究開発してきた。

入力となる図面が完璧であれば、自動的にソリッドモデルが生成される。しかし実際問題としてシステム側が要求する完璧度を持つ図面はほとんどないために自動的にソリッドに変換できないことが多い。そこで、2D 図面の線分が不足していると判断された場合、ヒューリスティックに基づき線分を自動的に付加し、その後変換するという機能と、全ての図面データを満たす解がない場合、いずれかの図面を満たす解を出力する機能とを加えた。

ところが、付加される線分はヒューリスティックに基づいたものなので、無意味なものが多く含まれるため、しばしば変換処理が非現実的な計算時間を要してしまう。そこで完全自動変換だけではなく、システムがエラー情報を出力し、ユーザがそれをもとに図面・3D 形状を編集することによって効率的に変換する方法も採用するにした。本稿では自動変換に失敗する要因を明らかにし、それらに対処する手法について述べる。

## 2 変換に失敗する要因

変換の各フェーズにおいて、発生するエラーを次に示す。

Editing based on Error Information in Solid Conversion

OKANO Akira, MASUDA Hiroshi, INOUE Kcisuke, MATUZAWA Hirofumi

IBM Research, Tokyo Research Laboratory

1. 2D 補助線付加時：3D の曲面を生成するために 2D の補助線をシステムが自動的に図面に付加する。この結果、全ての線分（円は除く）は他の一本以上の線分と接続する。しかし、曲面の解釈や数値誤差のために 2D dangling edge が発生することがある。
2. 3D ワイヤモデル構築時：ある図面に書かれている線分は必ず他の図面の線分かまたは端点と対応していなければならない。もし図面の線分の端点座標が対応しなければ、3D ワイヤが生成されない。結果として 3D ワイヤモデルに対し未使用の図面の線分が残る。
3. 3D サーフェイスモデル構築時：正しい 3D ワイヤが生成されなかった結果として、どの面にも属さない dangling edge が発生しうる。dangling edge そのものは正しい。またワイヤのループを算出し、サーフェスを張るが、このループがシステムがサポートする種類の面上にないために、サーフェスが生成されないことがある。
4. 3D セルモデル構築時：どのセルにも属さない lamina face が発生しうる。原因は、正しい 3D ワイヤが生成されなかったか、または図面に余分な線分があるため、余分な 3D サーフェイスが生成されたからである。
5. 3D セル選択時：図面に余分な線分があるため、余分な 3D ワイヤ、サーフェイス、セルが生成されるが、結果として正しいセルの組合せが存在しないことがある。

これらのエラーの原因は、図面に含まれる線分の書き忘れ・繰り返しパターンの意図的な省略・書き間違い・数値誤差である。これらのエラーが生じた時、自動変換に失敗する。そこでユーザが対話的にソリッドモデルに変換するために、システムはユーザに対し、エラー情報・助言・立ち上げ手段を提供する。

### 3 エラー情報

前節をまとめるとシステム側は次のエラー情報を提供できる。

- 2D 要素に対するエラー
  - 2D dangling edge
  - 対応しうる端点がある面図に存在しない端点
  - 3D ワイヤモデルに使用されなかった線分
- 3D 要素に対するエラー
  - dangling edge
  - lamina surface

これらのエラー情報によって、誤りを含む箇所のおおよその図面内の位置がわかる。

### 4 助言

ある変換フェーズでエラーが検出されたからといって必ずしも直前のフェーズまでで正しいデータが得られたわけではない。またエラー箇所が、真に過ちとは限らないのでどこをどのように修正すれば良いかはすぐにはわからない。そこで編集の手がかりとしてシステムがユーザに対し、非対応端点に対応しうる端点の集合(2D 線分)を与えることにする。

またユーザが線分間の対応が取れていると思っていても、面図間の数値誤差によってシステムにとっては非対応端点であることがある。この場合単に上記の線分を表示してもユーザにはわからない。そこで面図間で対応しうる非

対応端点の組合せを選びだし、ユーザにフィードバックする。

## 5 対話的変換手段

原始的な対話的変換手段として、これまでも、線分間の対応を逐一指示することによって3D ワイヤモデルを生成する方法があった。また輪郭線をスイープ・回転したものと、詳細な形状部分との、形状の集合演算を行なうことも考えられる。

さらに前節のエラー情報と助言をもとに、ユーザが対話的にソリッドに変換できる次のような手段を提供する。

非対応頂点や dangling edge、lamina surface の情報をもとに線分の書き忘れに気がついた場合は 2D 線分を編集する。

意図的に繰り返しパターンが省略されていた場合、パターン情報をもとに省略した部分を復活させる。

線分の書き間違いによってセルの正しい組合せが得られなかった場合、正しいセルの組合せをユーザが選択する。選択された形状と矛盾する線分をシステムがユーザに示す。

数値誤差がもとで3D ワイヤが生成されなかった場合、3D ワイヤをワイヤモデル上に直接生成する。またやはり誤差がもとで3D surface が生成されなかった場合、edge loop とその面種を指定する。

## 6 おわりに

自動変換法だけでは事実上不可能であった図面も、エラー情報・助言・本変換法と併用することでソリッドモデルを生成できるようになった。しかしまだ課題は多い。特に線分が込み入ってきた場合には、システムが与える助言などによってもっと編集の対象を局所的に限定できるようにする必要がある。