

ファームウェアに適したトリム曲面の表示法

4T-10

上田耕市¹、喜多洋文¹、小堀研一¹、舟本勝²、山田豊²¹シャープ(株)、²ダイキン工業(株)

1. はじめに

近年、CAD技術の進歩により自由曲面を扱うことができるソリッドモデラが開発されている。このソリッドモデラで最も対話性に影響を与える負荷の大きな処理は、交線計算及び曲面表示であることが知られている。このうち曲面表示は、グラフィックエンジンと呼ばれるプロセッサ¹⁾を用いることにより大幅に処理速度を向上することができる。しかし、現在開発されているグラフィックエンジンの中で、ソリッドモデラには不可欠であるトリム曲面(穴あき曲面)を扱えるものは少ない。その理由として一般にトリム曲面の表示アルゴリズムは複雑であり、プログラムサイズが大きくなることがあげられる。今回上記問題点を解決するファームウェアに適したトリム曲面の表示アルゴリズムを開発したので報告する。

2. 曲面計算

筆者らが扱うソリッドモデル²⁾は、次式で定義されるパラメトリック曲面で構成されている。

$$P(u, v) = (x(u, v), y(u, v), z(u, v)) \quad (1)$$

但し P は曲面上の点で、 $0 \leq u, v \leq 1$ である。

その種類は、線織面、回転面、fillet面、sweep面、mesh面 などがある。これらの曲面は、Non Uniform Rational B-Spline (NURBS) を u 方向及び v 方向の曲線として構成されている。曲面上の点は、式(1)からも明らかのように任意の u, v パラメータに対し一意に求められるが、図1の順序で曲面上の点を計算した場合に最も高速化されるようなアルゴリズムを用いている。

3. 曲面表示

高速に曲面を表示する方法として曲面を指定分割数によってポリゴン分割し、ポリゴン列を従来レンダリング手法を用いて表示するのが一般的である。このポリゴン分割は、トリムされていない曲面の場合、容易に行うことができる。しかし、トリム曲面の場合は今までにも幾つかのアルゴリズムが提唱されているが、アルゴリズムが複雑であるためファーム化には適していない。

今回、最小のプログラムメモリで、かつ曲面計算時の高速化を考慮した高速のトリム曲面表示アルゴリズムを考案した。以下にその手法を述べる。ここで扱うトリム曲面とは、曲面データと $u-v$ 平面で与えられた複数の閉曲線(トリムループ)で構成されている。(図2)

- i) u 及び v 方向分割数とトリムループから $u-v$ 平面における交点を求める。
- ii) v 方向に沿ったポリゴン列に関する格子点及び i) で求めた交点をソーティングし、 v 方向に沿って曲面上の点を計算する。
- iii) 1つのポリゴンに関するデータを抽出する。
- iv) 左下の格子点が面上か、穴の中かの情報をもとにポリゴンデータを作成する。この場合、i) で求めた交点から交点へはトリムループ上を通る。

A suitable method for firm ware to display trimmed surfaces

Koichi Ueda¹, Hirofumi Kita¹, Ken-ichi Kobori¹, Masaru Funamoto², Yutaka Yamada²

¹Sharp Corp., ²Daikin Industries Ltd.

4. 性能評価

曲面計算プログラム及びトリム曲面のポリゴン分割プログラムはC言語で開発を行い、その実行モジュールをWEITEKのプロセッサXL-8032にダウンロードすることによって評価を行った。

プログラムサイズはC言語でそれぞれ2342ステップ及び1938ステップであり、WEITEKのコンパイラによりコンパイルされたオブジェクトモジュールで5.2Kword及び3.8Kwordであった。ここで1wordは8byteである。曲面計算及びポリゴン分割の処理速度を表1に示す。これは、各曲面共 20×20 のポリゴンに分割したときの処理時間である。表1はプロセッサのクロックを200nsとしたときの結果であり、最終的にはこれを100nsとする予定であるので、さらに倍程度の速度向上を期待することができる。表1から明らかなようにユーザがリアルタイムに曲面修正を行うといった対話性の良いアプリケーションが実現可能となる。

5. おわりに

筆者らはC言語によりトリム曲面の表示プログラムを作成し、その実行モジュールをweitekのプロセッサにダウンロードすることによって高速なトリム曲面表示を可能にした。現在、この機能を活用したアプリケーションの開発を進めている。C言語によりファームウェアを開発したことにより機能拡張などが容易に行えるため、今後曲面の種類追加や一層の速度向上を図って行きたい。

6. 参考文献

- 1) "パソコンCADに革命を起こすグラフィックス・ボード", NIKKEI COMPUTER GRAPHICS No. 20, MAY, 1988
- 2) 二上、長田、小笠原、小堀: "複合幾何モデルの開発", 第3回NICOGRAPH 論文コンテスト論文集, pp20~28, NOV, 1987

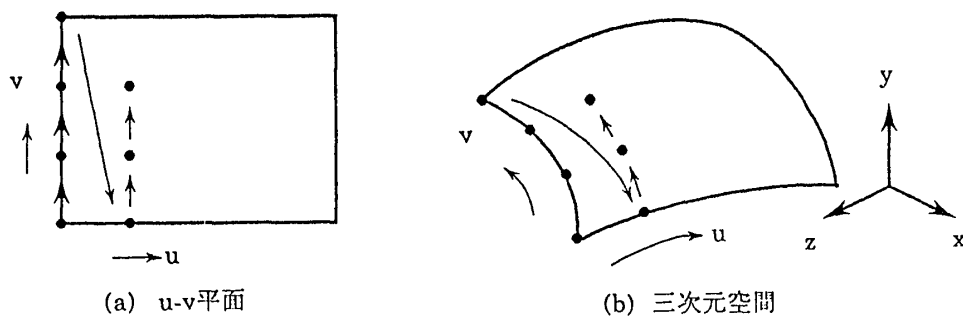


図1 パラメトリック曲面

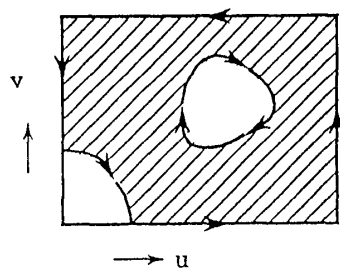


図2 トリムループ

表1 処理速度結果 (単位 ms)

	トリムなし	トリムあり
線織面	185	322
回転面	220	351
FILLET面	257	395
SWEEP面	319	451
MESH面	319	450