

# 7V-3 異機種間CADデータインタフェース(1)

## — 基本データ変換 —

宮路照久 児玉久志 池田泰次 肥後野恵史  
(株) 東芝 総合情報システム部

### 1. はじめに

近年、CAD/CAMシステムは急激に普及しており、現在、設計・製造分野の各セクションで活用されてきている。しかし、設計工程を一元化することはできず、大別しても幾つかの設計工程に分類される。そのため、各設計工程を効率化・高度化させるための様々なCAD/CAMシステムが、各ベンダーより提供されており、機能も多岐に渡っている。図1には標準的な設計工程を示す。

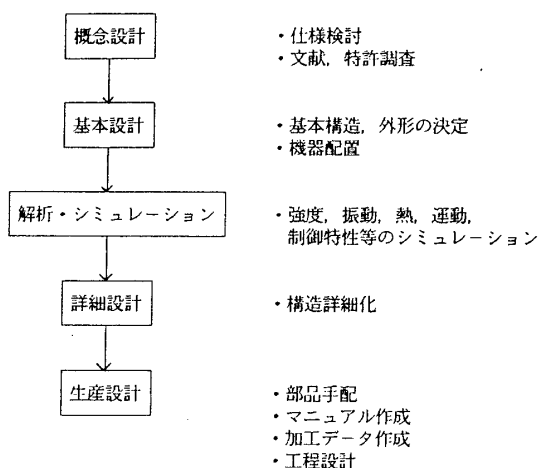


図1 製品の設計工程

一方、ハードウェアの進歩とネットワークの充実により、設計環境が変貌をとげつつあり、分散系/ホスト系電算機の使い分けが必要になってきている。様々な機種が設計・製造を支援するために利用され、その電算機上で稼動するアプリケーション、特にCAD/CAMシステムも使い分けが必要になる。

このような現状をふまえ、各CAD/CAMシステムの役割を鑑みたとき、設計の上流から下流への製品データの流れが重要なウエイトを占めている。特に様々な工程、環境に散在する各種CAD/CAMシステムのCADデータの互換性が、製品の設計/製造の効率化/高度化の障害となりつつあり、どの程度保証できるかが課題である。

しかし、実務で利用されている市販CAD/CAMシステム(アプリケーション群)は内部仕様が明確にされておらず、特に自由曲線/曲面の場合、外部インタフェース用の内部データフォーマットが公開されているといっても、ある程度ブラックボックスとして扱わなくてはならない場合がある。

そこで、本稿では実務で利用されている市販もしくは自社開発のCAD/CAMシステム(アプリケーション群)のCADデータの異機種間変換について、現状とそれに対するトライアルを示す。

### 2. 自由曲線/曲面の表現<sup>[1]</sup>

外部インタフェース用として入出力行うことができるフォーマットとして、以下の場合がある。

#### 2.1 点列表現

曲線/曲面の空間上の通過点(x, y, z)を与えることにより、内部アルゴリズムによって曲線/曲面が発生される。

#### 2.2 パラメトリック表現

各パラメータの次数によって曲線/曲面の滑らかさは左右される。例えばk次の曲線の場合は、(1)式のようにパラメータtと係数T(i) (T<sub>x</sub>, T<sub>y</sub>, T<sub>z</sub>)によって表現されている。

$$\begin{bmatrix} x \\ y \\ z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} T_x(0) & T_x(1) & \dots & T_x(k+1) \\ T_y(0) & T_y(1) & \dots & T_y(k+1) \\ T_z(0) & T_z(1) & \dots & T_z(k+1) \end{bmatrix} [1 \ t \ t^2 \ \dots \ t^k]^T$$

(但し  $0 \leq t \leq 1$ )

又は、

$$P(t) = \sum_{i=0}^n T(i) t^i \tag{1}$$

u方向n次、v方向m次の曲線の場合は(2)式のように、パラメータu、vと各係数T<sub>x</sub>, T<sub>y</sub>, T<sub>z</sub>により表現される。

$$\begin{matrix}
 x = (1 u u^2 \dots u^n) \\
 y = (1 u u^2 \dots u^n) \\
 z = (1 u u^2 \dots u^n)
 \end{matrix}
 \begin{matrix}
 \left. \begin{matrix}
 T_x^{(0,0)} & T_x^{(0,1)} & \dots & T_x^{(0,n)} \\
 T_x^{(1,0)} & \dots & \dots & \dots \\
 T_x^{(n,0)} & \dots & \dots & T_x^{(n,n)} \\
 T_y^{(0,0)} & T_y^{(0,1)} & \dots & T_y^{(0,n)} \\
 T_y^{(1,0)} & \dots & \dots & \dots \\
 T_y^{(n,0)} & \dots & \dots & T_y^{(n,n)} \\
 T_z^{(0,0)} & T_z^{(0,1)} & \dots & T_z^{(0,n)} \\
 T_z^{(1,0)} & \dots & \dots & \dots \\
 T_z^{(n,0)} & \dots & \dots & T_z^{(n,n)}
 \end{matrix} \right\}
 \begin{matrix}
 [1 v v^2 \dots v^n]^T \\
 [1 v v^2 \dots v^n]^T \\
 [1 v v^2 \dots v^n]^T
 \end{matrix}
 \end{matrix}
 \quad (2)$$

(但し  $0 \leq u, v \leq 1$ )

よって、入出力データとしてはこのパラメータを扱う。

2.3 Bezier 曲線/曲面

Bernstein の基底関数と制御点 Q を用いて n 次曲線は (3) 式のように表現することができる。

$$C(t) = \sum_{i=0}^n B_{i,n}(t) Q_i \quad (3)$$

$$B_{i,n}(t) = \binom{n}{i} t^i (1-t)^{n-i}$$

(但し  $0 \leq t \leq 1$ )

曲面の場合は (4) のように表現できる。

$$S(u,v) = \sum_{i=0}^m \sum_{j=0}^n B_{i,m}(u) B_{j,n}(v) Q_{i,j} \quad (4)$$

(但し  $0 \leq u, v \leq 1$ )

又、この表現式をベースにして、各制御点に重みをつけた有理式表現もある。

2.4 B-spline 曲線/曲面

(k-1) 次の曲線は、制御点  $Q_i$  と B-spline 関数  $N_{i,k}$  を用いて (5) 式のように表現することができる。尚、B-spline 関数  $N_{i,k}$  はノットベクトル  $T = [t_0 \ t_1 \ \dots \ t_{n+k-1}]$  により決定される。

$$C(t) = \sum_{i=0}^n N_{i,k}(t) Q_i \quad (5)$$

$$N_{i,1}(t) = \begin{cases} 1 & (t_i \leq t \leq t_{i+1}) \\ 0 & (\text{上記以外}) \end{cases}$$

$$N_{i,k}(t) = \frac{(t - x_i) N_{i,k-1}(t)}{x_{i+k-1} - x_i} + \frac{(x_{i+k} - t) N_{i+1,k-1}(t)}{x_{i+k} - x_{i+1}}$$

又は、曲面は (6) 式のように表現できる。

$$S(u,v) = \sum_{i=0}^m \sum_{j=0}^n N_{i,k}(u) N_{j,l}(v) Q_{i,j} \dots (6)$$

3. データ変換

パラメトリックに表現された Bezier 曲線/曲面データをユニフォームな B-spline に変換を試みる。例えば、4 次の Bezier 曲線の場合 (1), (3) 式より制御点  $Q_i$  ( $i=0 \dots 4$ ) は (7) 式のように表現される。

$$\begin{aligned}
 Q_0 &= T(0) \\
 Q_1 &= T(0) + 1/4 T(1) \\
 Q_2 &= T(0) + 1/2 T(1) + 1/6 T(2) \\
 Q_3 &= T(0) + 3/4 T(1) + 1/2 T(2) + 1/4 T(3) \\
 Q_4 &= T(0) + T(1) + T(2) + T(3) + T(4)
 \end{aligned} \quad (7)$$

この制御点とノットベクトルを決定することによって、位数 5 の B-spline に変換を行ない、他 CAD/CAM システムの入力データとする。

4. インタフェース構築の要件

異機種間インタフェースを考える際には、以下の事項を留意する必要がある。

- (1) 異機種同士の機能特徴の差異は明確か
- (2) 「IGES+アルファ」か「プログラム開発」か
- (3) 中間ファイルを用意するか、直接インタフェースをとるか
- (4) 曲線/曲面の数学的表現をどちらにあわせるか
- (5) 付加価値をどうするか

5. おわりに

複数の異なったシステムを有効的に活用するためには、データベース一元化が考えられるが、より効率的にシステムを活用しようとするとき、やはり各システム間の専用インタフェースが必要である。そこで、今回の自由曲線/曲面データの変換により、精度よく異機種間インタフェースがとれるようになった。しかし、これはあくまで、ある実用 CAD/CAM システムを想定してのデータ変換である。今後は、今回想定していなかった他 CAD/CAM システムについてのインタフェースも検討していきたい。

[参考文献]

[1] Bartels, R.H., Beatty, J.C. and Barsky, B.A.: "The use of B-spline and Beta-spline to model freeform curves and surfaces", Siggraph-ACM, Vol17, July 1985