

N 角形領域を覆うような B-spline 曲面の生成方法

徳山 喜政[†] 今野 晃市^{††}

N 角形領域に曲面を内挿する方法において、従来では、周りの面との連続性および内挿した複数の面どうしの連続性を考慮し、N 角形領域を N 個の四辺形面で内挿している。しかし、N 角形領域の境界曲線の長さが極端に異なる場合には、内挿で生成された N 角形領域の境界曲線以外の曲線（ここで、内部曲線と呼ぶ）がうねったり、互いに干渉したりする可能性がある。そのため、内挿した曲面がうねったり、互いに干渉したりする可能性がある。この問題を解決するために、本論文では、N 角形領域を覆うような 1 枚の双 3 次 B-spline 曲面を生成する方法を提案する。N 角形領域の境界曲線は生成した B-spline 曲面のトリム曲線となり、指定した許容誤差範囲内で B-spline 曲面上にのる。

Filling N-sided Region with a B-spline Surface

YOSHIMASA TOKUYAMA[†] and KOUICHI KONNO^{††}

To fill a n-sided region with surfaces by keeping some level of continuity with surrounding surfaces, the conventional methods use n four-sided patches joining with some level of continuity. However, if the lengths of boundary curves are quite unbalanced, the generated inner curves may undulate or intersect, and so may the generated surfaces. To solve this problem, this paper presents an approach to fill a n-sided region with a bi-cubic B-spline surface. The boundary curves of the n-sided region trim the generated B-spline surface and lie on the surface within user-specified tolerance.

1. はじめに

3次元 CAD システムにおいて、機械部品の強度補強や外観の美しさの追及などの理由により、設計したモデルの稜線の両側の曲面をフィレット曲面で滑らかにつなぐ操作が必要である。このような操作は一般的にフィレット操作と呼ばれている。頂点に接続する複数の稜線のそれぞれにフィレット操作を行うと、複数のフィレット曲面が頂点の近傍で交差し、N 角形領域を構成する。一般的に、この N 角形領域はぼかし領域と呼ばれている。

従来、周りの面との連続性および内挿した四辺形面どうしの連続性を考慮し、この N 角形領域を N 枚の四辺形面で内挿する方法が提案されている。Chiyokura らは、N 角形領域を G^1 連続に内挿するための曲面表現として Gregory パッチ¹⁾、有理境界 Gregory パッチ²⁾を提案した。Gregory パッチや有理境界 Gregory

パッチは、曲面の境界導関数を u, v 各パラメータ方向で独立に定義できる特徴を持つ。この特徴により、N 角形領域を G^1 連続に内挿できる。Chiyokura らが提案した手法は、N 角形領域を構成する曲線のタイプが（有理）Bezier 曲線である場合のみ有効である。Konno らは NURBS 曲線にも対応できるように、Gregory パッチを拡張した NURBS 境界 Gregory パッチによる表現方法を提案した^{5),6)}。本論文では、これらのタイプのパッチを Gregory 系パッチと呼ぶ。

これらの内挿方法において、周りの面との連続性および内挿した四辺形面どうしの連続性を考慮し、まず N 角形領域を N 本の内部曲線によって N 個の四辺形領域に分割し、それぞれの四辺形領域をパッチで内挿する。内部曲線は内挿する曲面の形状に大きく影響する。多くの場合において、高品質な内部曲線と内挿曲面が得られるが、N 角形領域の境界曲線の長さが極端に異なる場合には、内挿で生成された内部曲線がうねったり、互いに干渉したりする可能性がある。そのため、内挿した曲面がうねったり、互いに干渉したりする可能性がある。

Piegl⁷⁾らは N 角形領域を N 枚の NURBS 曲面の

[†] 東京工芸大学工学部画像工学科

Department of Image Engineering, Faculty of Engineering, Tokyo Institute of Polytechnics

^{††} 岩手大学工学部情報システム工学科

Department of Computer and Information Science, Faculty of Engineering, Iwate University

集合で表現する方法を提案した．ただし，内挿した四辺形面どうしの連続性は G^e 連続である． G^e 連続とは誤差範囲内で G^1 連続を意味する．また，与えられた1階横断導関数を近似し，周りの曲面との連続性は G^e 連続である．連続性の制約はそれほど厳しくないため，内部曲線の生成において比較的に自由度がある．よって，内部曲線がうねらないように工夫することができる．しかし，この方法には，内挿した四辺形面の各境界付近にノットの間隔および制御点間の距離が非常に小さいという欠点がある．このような曲面に対する干渉計算などの操作は，数値計算が不安定であるため，失敗する可能性がある．また，制御点を移動して曲面を変形するような操作を行いにくい問題もある．

したがって， N 角形領域の境界曲線の長さが極端に異なる場合には，周りの面との G^1 連続性および内挿した四辺形面どうしの G^1 連続性を維持しつつ，高品質な内挿面を生成するのは困難である．そこで，本論文では，従来の方法で高品質な内挿面を生成できない場合には，周りの面との G^1 連続性を犠牲にし，高品質な内挿面を生成する方法を提案する．具体的に， N 角形領域を覆うような1枚の双3次 B-spline 曲面を生成する方法を提案する． N 角形領域の境界曲線は生成した B-spline 曲面のトリム曲線となり，指定した許容誤差範囲内で B-spline 曲面上にのる．さらに，B-spline 曲面の内部連続性は C^2 連続である．

2章では， N 角形領域を Gregory パッチで内挿するときの問題点を述べる．3章では，本論文で利用する最小二乗法のアルゴリズムについて説明する．4章では， N 角形領域を覆うような1枚の B-spline 曲面の生成アルゴリズムを説明する．5章では，4章で述べる生成方法の応用例を示す．最後に，研究の成果についてまとめる．

2. Gregory パッチ内挿の問題点

ここで，図1の3角形面を例にして，非四辺形領域における Gregory 系パッチの内挿手順⁹⁾を説明する．まず，3角形面の各境界曲線に対して，隣り合う面との G^1 連続条件により内部制御点を求める(図2)．そして，これらの制御点を使って，3本の内部曲線を発生させ，3角形面を3枚の四角形パッチに分割する(図3)．最後に，隣り合う面との G^1 連続条件により四角形パッチの内部制御点を求める(図4)．

多くの場合において，この内挿方法で高品質な曲面が得られるが，細長い領域の場合には高品質な曲面が得られない可能性が高い．たとえば図5は，3本の稜線に対してそれぞれ異なるフィレット半径で生成した

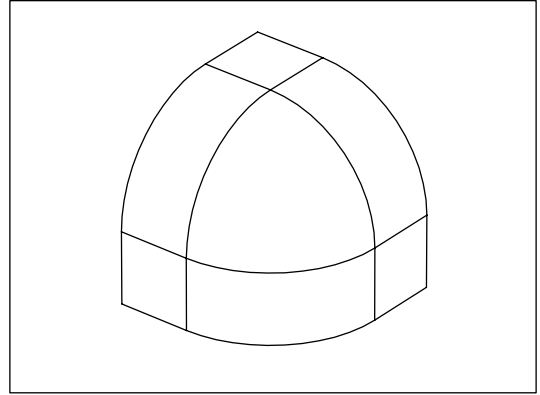


図1 3角形領域

Fig. 1 Three-sided region.

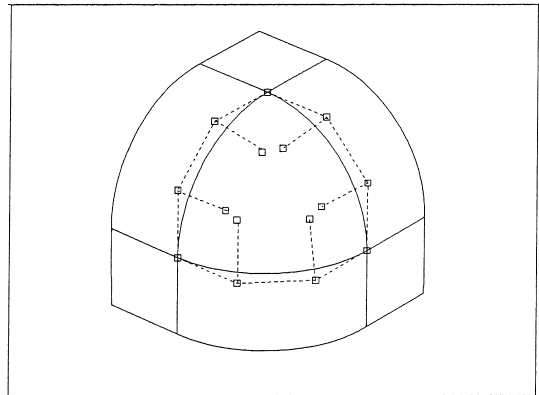


図2 内部制御点

Fig. 2 Inner control points.

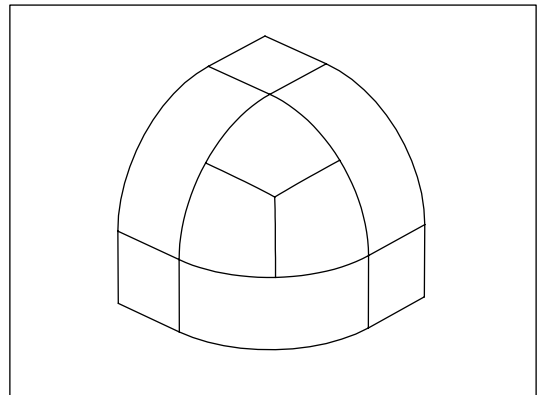


図3 内部曲線

Fig. 3 Inner curves.

3角形領域を示す．この場合，3角形領域の境界曲線の長さは極端に異なっている．3角形の領域には3つのパッチが生成されるが，上記のアルゴリズムを用いて Gregory 系パッチで内挿すると，内部曲線が互い

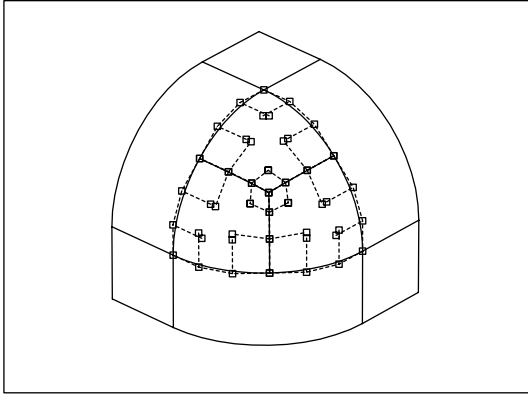


図 4 内挿面の制御点

Fig. 4 Control points of the interpolated surfaces.

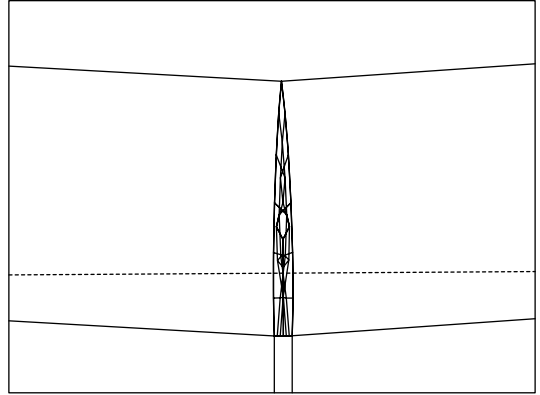


図 7 生成した曲面の等パラメータ線表示

Fig. 7 Iso-parametric curves of the generated surface.

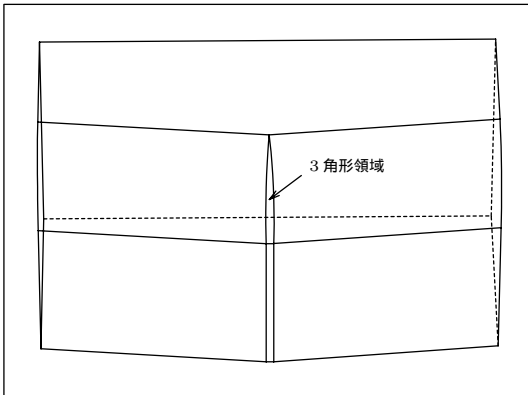


図 5 3 角形領域

Fig. 5 Three-sided region.

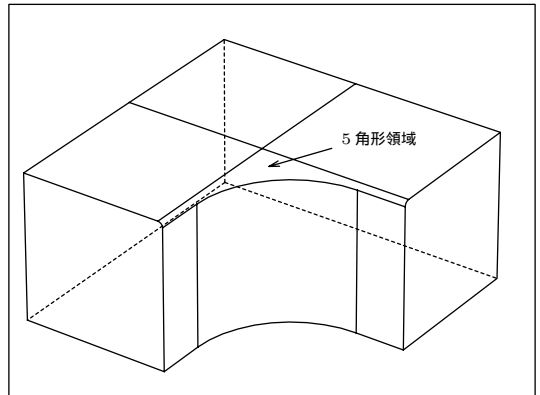


図 8 5 角形領域

Fig. 8 Five-sided region.

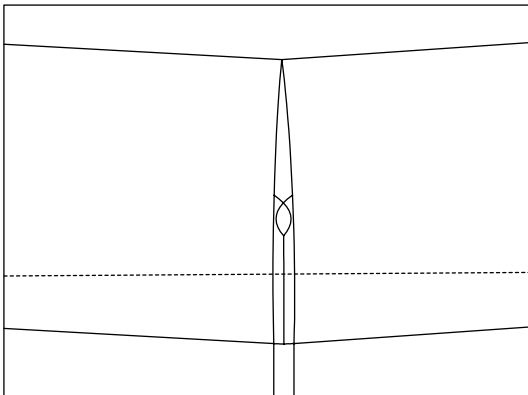


図 6 内挿時に生成される内部曲線

Fig. 6 Inner curves generated in interpolation.

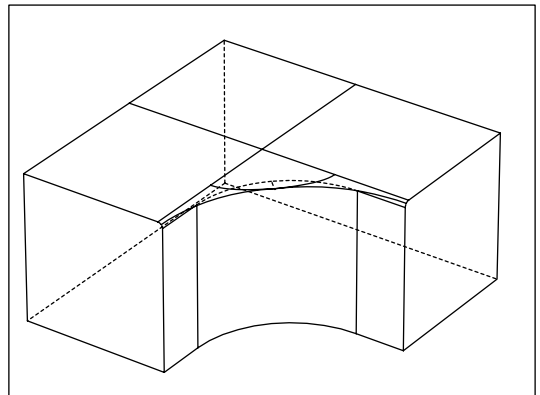


図 9 内挿時に生成される内部曲線

Fig. 9 Inner curves generated in interpolation.

に干渉しているため、パッチどうしが互いに干渉している (図 6, 図 7)。また、図 8 の 5 角形領域に対して Gregory 系で曲面を内挿すると、図 9 に示すような内部曲線が生成される。生成した内部曲線の共有点

は領域の外にはみ出しているため、意図した内挿曲面が得られない (図 10)。

これらの現象は、周りの面との G^1 連続性および内挿した四辺形面どうしの G^1 連続性を維持するために

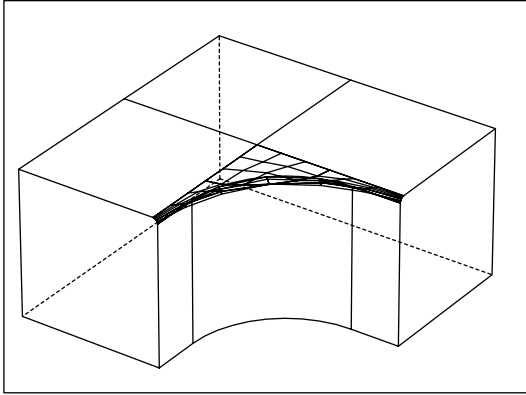


図 10 生成した曲面の等パラメータ線表示

Fig. 10 Iso-parametric curves of the generated surface.

発生する。すなわち、連続性を考慮しつつ、高品質な内挿面を生成するように、内部曲線の接線ベクトルの大きさや内部曲線の共有点の位置を決定するのは困難である。

3. 最小二乗法による曲線または曲面のあてはめ

本論文では、 N 角形領域の外側に点群を発生し、最小二乗法による 3 次の B-spline 曲線または双 3 次の B-spline 曲面のあてはめを行う。点群から曲線または曲面を生成するほかの方法として、曲線補間法と曲面補間法があげられる⁸⁾。しかし、曲線補間法または曲面補間法で得られた曲線または曲面の制御点の数は与えられた点の数に比例する。点の数が大量であれば、補間した曲線または曲面の制御点の数が膨大になるという欠点がある。そのため、本論文では最小二乗法を利用する。ここで、最小二乗法を利用したあてはめ手順を簡単に説明する³⁾。

- (1) 各点が曲線または曲面上でとるパラメータ値を推定する。ここで、曲線の場合には、各隣り合う点どうしのパラメータ間隔を点どうしの距離（弦長と呼ぶ）に比例させる方法を利用する⁸⁾。曲面の場合には、後に述べる双 1 次 Coons 曲面を利用して決める。なお、B-spline 曲線、B-spline 曲面の u, v 方向の初期のノットベクトルを $[0, 0, 0, 0, 1, 1, 1, 1]$ とする。
- (2) 最小二乗法を解いて曲線または曲面の制御点を求める。
- (3) 各点が曲線または曲面上でとるパラメータ値を補正する
得られた曲線または曲面に基づいて各点が曲線または曲面上でとるパラメータを補正する⁴⁾。

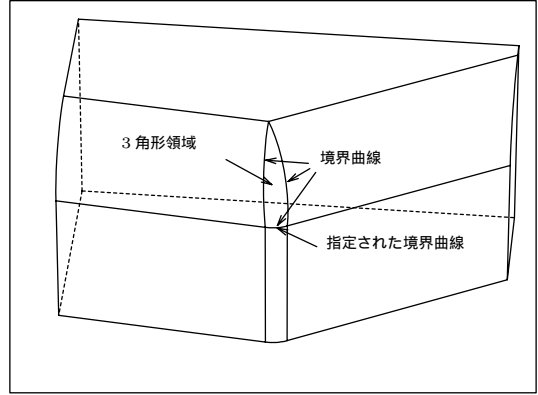


図 11 3 角形領域

Fig. 11 Three-sided region.

- (4) 曲線または曲面と点との誤差を評価する。すべての点の誤差が指定した誤差より小さければ、処理を終了する。そうでなければ、許容誤差を超えた点が存在する区間の中央にノットを挿入し、制御点を増やした後、ステップ (2) に戻る。

なお、一般に点群の数に対する制御点の数の比率が大きいと近似曲線または曲面に不要なうねりが生じやすくなるが、本論文では、点群が許容誤差内に収まっている制御点については座標を再計算しないので、近似曲線または曲面のうねりを最小限におさえることができる³⁾。

4. 曲面の生成方法

ここで、本研究における曲面の生成方法について説明する。入力は、 N 角形領域とその領域を構成する複数の境界曲線のうちの 1 つの境界曲線であり、出力は、1 枚の双 3 次 B-spline 曲面である。指定した境界曲線が 4.1 節で述べる「曲面の領域を規定する 4 つの平面の決定」の処理に利用される。ここで、図 11 の 3 角形領域に対して底辺の境界曲線を指定した場合を例として説明する。

本研究の方法は次に示す複数のステップにより構成される。

- (1) 曲面の領域を規定する 4 つの平面の決定
- (2) N 角形の境界に基づいた線分の生成
- (3) 各平面に属する線分群の決定
- (4) 曲面の境界曲線の生成
- (5) 曲面の生成

次節でそれぞれのステップについて説明する。

4.1 曲面の領域を規定する 4 つの平面の決定

ここで、次のような手順により、生成しようとする

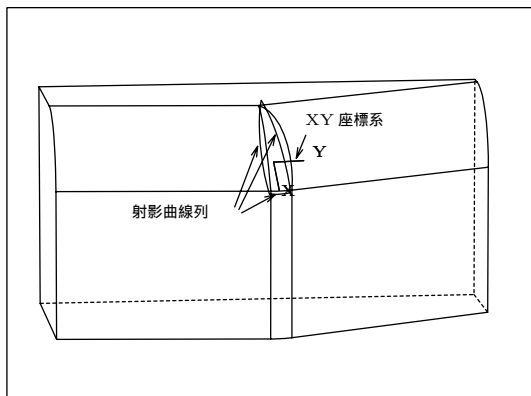


図 12 射影境界曲線列

Fig. 12 Projected boundary curve sequence.

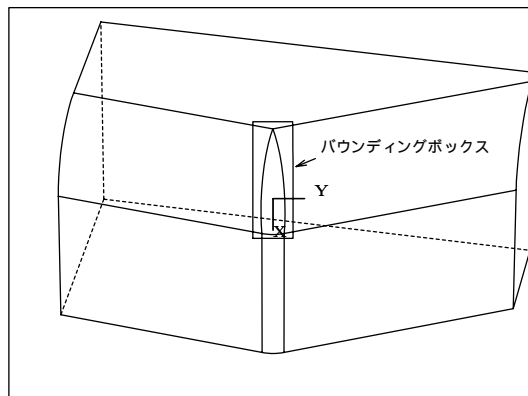


図 13 バウンディングボックス

Fig. 13 Bounding box.

曲面の領域を規定する 4 つの平面を決定する .

- (1) N 角形領域の境界曲線列の中心と平均法線ベクトルを求める . 境界曲線列の中心は曲線の制御点の座標値の平均値である . 平均法線ベクトルとは , 境界曲線を境界とする滑らかな任意の曲面上で面の単位ベクトルを積分したものである . この面積分の結果で得られるベクトルは境界曲線のみ依存する . 本論文では , 文献 10) の方法を利用する .
- (2) 境界曲線列の中心と平均法線ベクトルを利用して平面を生成する . 平面の原点と法線ベクトルはそれぞれ境界曲線列の中心と平均法線ベクトルである .
- (3) 境界曲線列を平面へ射影して射影境界曲線列を生成する (図 12) .
- (4) 平面上に XY 座標系を構成する . まず , 平面の原点と , 入力として指定された境界曲線の射影曲線との最短距離となる点を求める . そして , 平面の原点から最短距離となる点へ向かう単位ベクトルを X 軸とする . Y 軸は平面の法線ベクトルと X 軸との外積ベクトルである (図 12) .
- (5) 座標系における射影曲線列のバウンディングボックスを得る . バウンディングボックスは X , Y 軸に平行な四辺形である .
- (6) バウンディングボックスを若干大きくする . なぜなら , 最終的に生成される曲面が N 角形領域を覆う必要があるからである (図 13) .
- (7) バウンディングボックスから Z 軸に平行な 4 つの平面を得る (図 14) . 後で B-spline 曲面の境界を規定するときにこの 4 つの平面を利用する . ここで , Z 軸とは , X 軸と Y 軸との外積で得られた軸である .

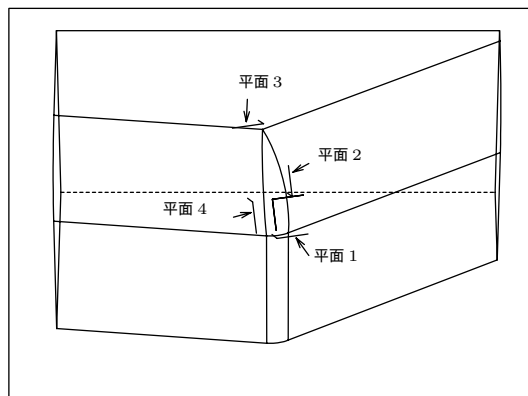


図 14 4 つの平面

Fig. 14 Four planes.

4.2 N 角形の境界に基づいた線分の生成

各境界上に複数個のサンプリング点を生成する . ここで , サンプリング点の数を $(2 \times \text{曲線の次数} + 1)$ とする . そして , サンプリング点における境界曲線を横切る方向のベクトルを決める . 最後に , 境界曲線を横切る方向のベクトルと 4 つの平面との交点を求め , 最も近い交点とサンプリング点で決まった線分を求める . 最も近い交点を持つ平面はその線分の属する平面である . これらの線分は点群を発生させるときに利用される .

サンプリング点における境界曲線を横切る方向のベクトルの決め方として , たとえば次に示す 2 通りが考えられる .

- 方法 1

N 角形に隣接する面の境界曲線を横切る方向の偏微分ベクトルを利用する . この方法を利用すれば , 生成した内挿面と隣接する面との接続がより滑らかになる . 図 15 はこの方法に基づいて発生した

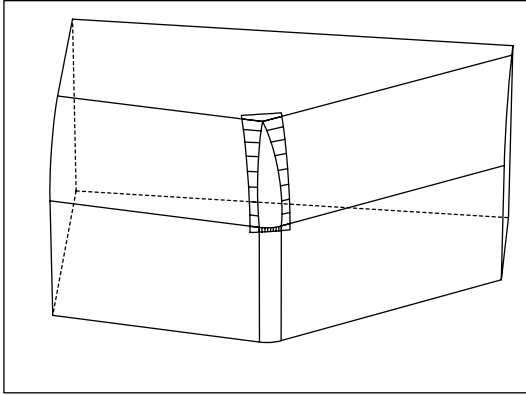


図 15 点群発生用線分(その1)

Fig. 15 Line segments for generating point set (1).

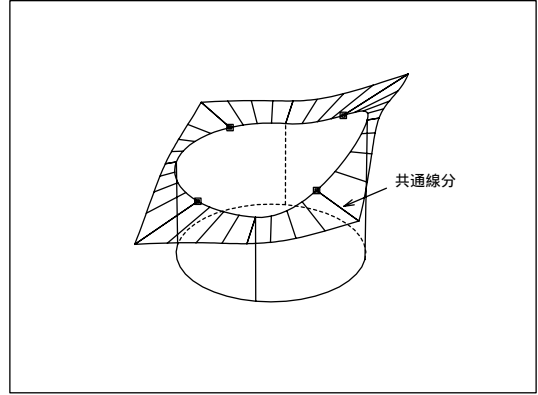


図 17 点群の分割

Fig. 17 Division of point set.

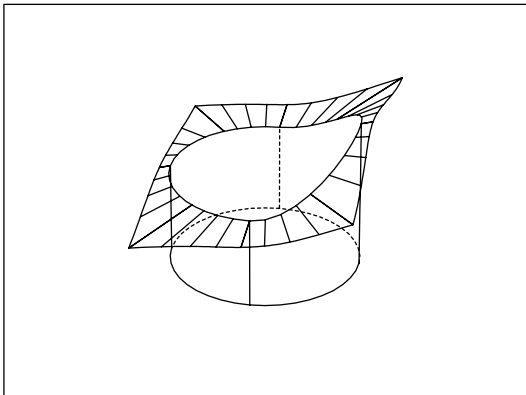


図 16 点群発生用線分(その2)

Fig. 16 Line segments for generating point set (2).

線分を示す。ただし、図 16 のような場合には、 N 角形に隣接する面の境界曲線を横切る方向の偏微分ベクトルがすべて円柱の中心軸方向に向いているので、平面との交点が求まらない。そのため、意図した内挿面が得られない。

● 方法 2

生成した内挿面と隣接する面との接続をより滑らかにする必要がない場合には、境界曲線を横切る方向のベクトルを柔軟に決められる。ここで、次に示す手順を利用する。

(1) 曲線の端点における横切る方向のベクトルを決定する。ここで、2つの場合に分けて決定する。

- 端点の両側の曲線が滑らかに接続している場合には、端点におけるそれぞれの曲線の接線ベクトルの方向が一致する。この場合、 N 角形領域の法線ベクトルと端点における接線ベクトルとの

外積で得られた単位ベクトルを、曲線の端点における横切る方向のベクトルとする。

- 端点の両側の曲線が滑らかに接続していない場合には、端点におけるそれぞれの曲線の接線ベクトルの方向が一致しない。この場合、 N 角形領域の法線ベクトルとそれぞれの端点における接線ベクトルとの外積で得られた 2 つの単位ベクトルの和ベクトルを、曲線の端点における横切る方向のベクトルとする。

(2) 各曲線の間中間サンプリング点における横切る方向のベクトルを、両端点の横切る方向のベクトルから 1 次補間して得られたものとする。

方法 1 で意図した曲面が得られない場合には、方法 2 を利用すればよい。図 16 は方法 2 に基づいて発生した線分を示す。なお、サンプリング点における境界曲線を横切る方向のベクトルの決め方を変更することで、生成した曲面形状のバリエーションを増やすことができる。

4.3 各平面に属する線分群の決定

最終的に、内挿曲面の各境界曲線は、4.1 節で求めた 4 つの平面の各平面に属する線分群の端点から生成されるので、各平面に属する線分群を決定する必要がある。そこで、 N 角形領域の各境界曲線において、その境界曲線から発生したすべての線分群が複数の平面に属する場合には、境界曲線を分割し、さらに線分群が属する複数の平面のうち、隣り合う平面の共通線分を決める必要がある。たとえば、図 16 において、図 17 のマーカ位置に境界曲線を分割し、共通線分を決める

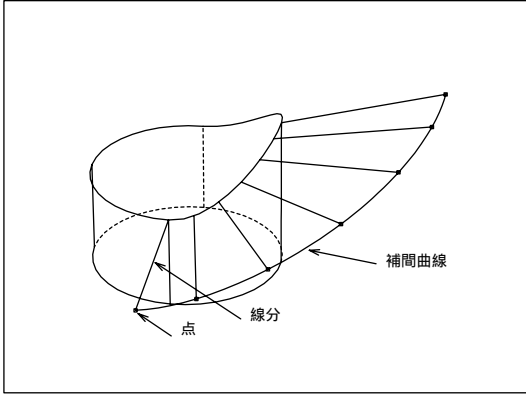


図 18 点群と補間曲線

Fig. 18 Point set and interpolated curve.

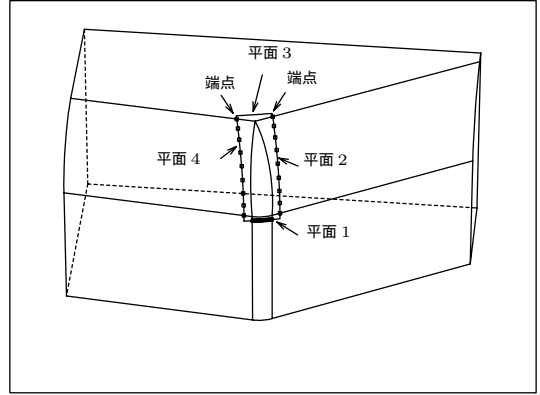


図 20 曲面の境界曲線

Fig. 20 Boundary curves of surface.

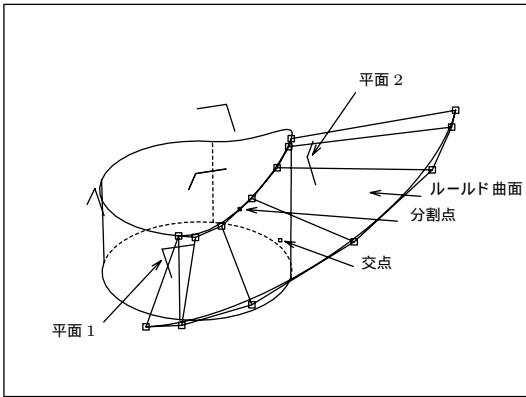


図 19 ルールド曲面との交点

Fig. 19 Intersection point with ruled surface.

必要がある。

ここで、次に示す方法で対象となる境界曲線の分割を行う。

- (1) 各線分方向に点を生成する (図 18) .
- (2) 生成した点群を補間する曲線を生成する (図 18) .
- (3) 境界曲線と補間した曲線からルールド曲面を生成する (図 19) .
- (4) ルールド曲面と隣り合う平面 (図 19 の平面 1 と平面 2) との交点を求める .
- (5) ルールド曲面における交点のパラメータを利用して境界曲線上の分割点を求める (図 19) .
- (6) 境界曲線上の点と交点で決まった線分を 2 つの平面の共通線分とする .

4.4 曲面の境界曲線の生成

ここで、以下の手順で各平面上に曲面の境界曲線を生成する。

- (1) 各線分の一方向の端点は元境界曲線のサンプリ

ング点であり、もう一方の端点は平面上の点である。ここで、3章で述べた最小二乗法を用いて平面上の点から曲線を生成する。生成した曲線の端点が隣り合う平面に存在しない場合には、曲線を接線方向に直線形状で隣り合う平面まで延長する。

- (2) 隣り合う平面上の曲線の端点どうしが必ず一致するとは限らないので、端点どうしの位置を一致させるように調整する。
- (3) 平面に属する曲線が存在しない場合には、両側の平面上に生成される曲線の端点位置を利用して直線を生成すればよい。たとえば、図 20 において、平面 3 に属する線分が存在しないので、曲線が生成されない。この場合、平面 2 と平面 4 に生成された曲線の端点を利用して平面 3 上の直線を生成する。

4.5 曲面の生成

4.4 節で生成した 4 本の境界曲線を拘束条件として曲面を生成する³⁾。生成手順を次に示す。

- (1) 線分から中間のサンプリング点を求める。図 21 に発生した線分上の点群を示す。
- (2) 境界曲線から双 1 次 Coons 曲面を定義する⁸⁾。この曲面上に射影した点のパラメータを各点の初期パラメータとする。
- (3) 曲面の 4 本の境界曲線を拘束条件として 3章で述べた最小二乗法によるアルゴリズムで近似曲面を生成する⁸⁾。

5. 実施例

ここで、実施例を用いて本研究の手法の有効性を示す。ここで示すすべての例は許容誤差 0.01 を指定したものである。すなわち、生成した曲面と N 角形領

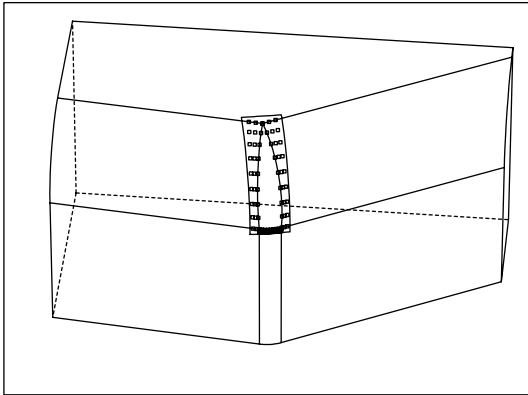


図 21 補間用点群
Fig. 21 Point set for interpolation.

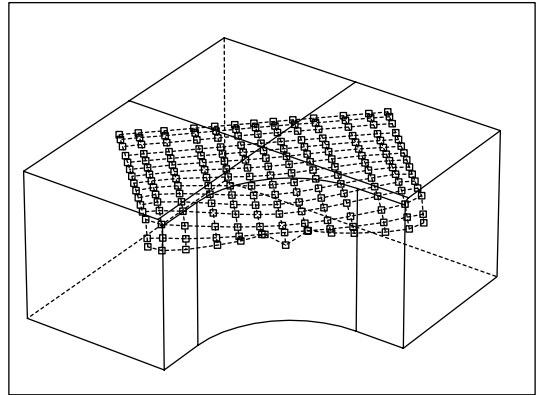


図 24 生成した曲面の制御点
Fig. 24 Control points of the generated surface.

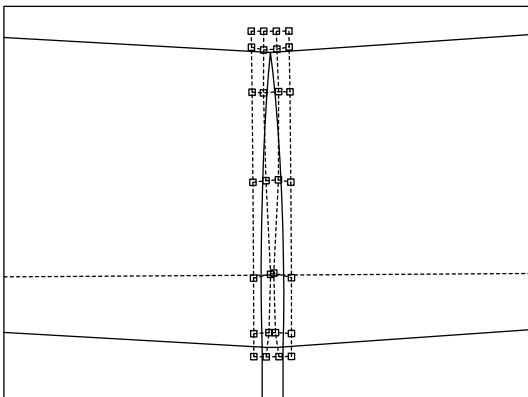


図 22 生成した曲面の制御点
Fig. 22 Control points of the generated surface.

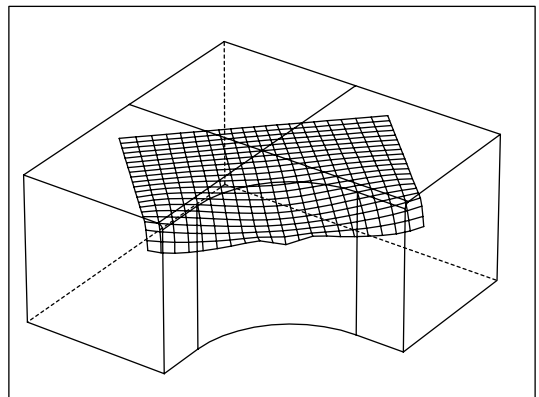


図 25 生成した曲面の等パラメータ線表示
Fig. 25 Iso-parametric curves of the generated surface.

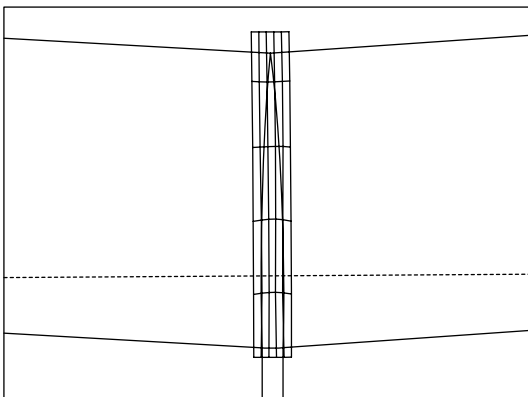


図 23 生成した曲面の等パラメータ線表示
Fig. 23 Iso-parametric curves of the generated surface.

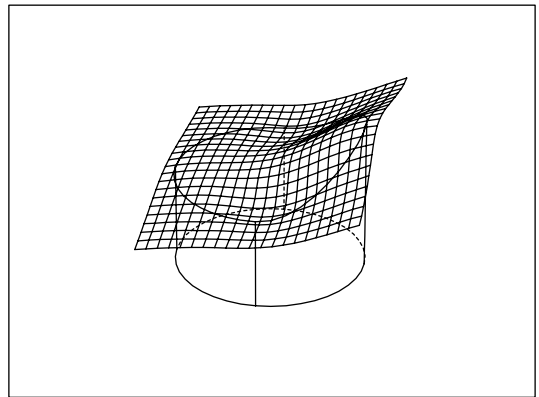


図 26 C^0 頂点が存在しない領域の生成例
Fig. 26 Example of a region without C^0 vertex.

域の境界曲線上のサンプリング点との最大距離は 0.01 である。図 5 に示す形状に基づいて生成した曲面の制御点を図 22 に示す。図 23 に生成した曲面の等パラメータ線を示す。なお、サンプリング点における境界

曲線を横切る方向のベクトルの決め方として、4.2 節の方法 1 を利用した。図 7 に比べて曲面形状が改善されたことが分かる。図 8 に示す形状に基づいて生成した曲面の制御点を図 24 に示す。図 25 に生成し

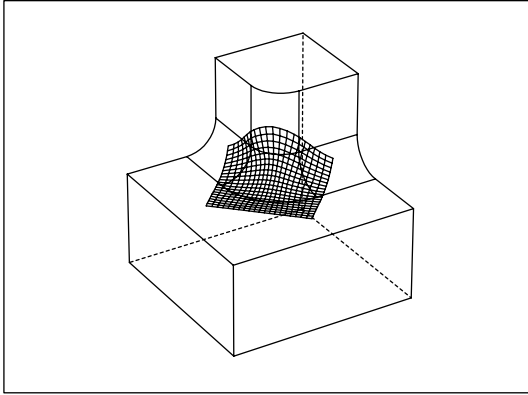


図 27 4 角形領域の生成例
Fig. 27 Example of four-sided region.

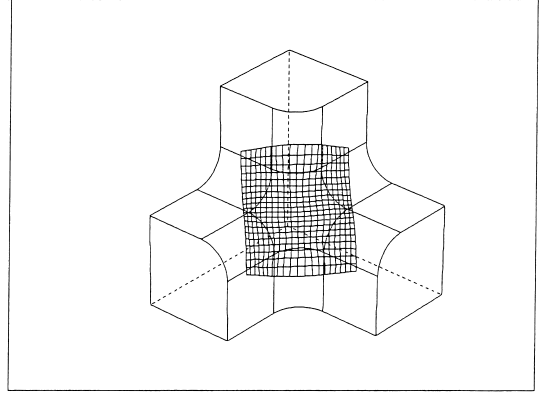


図 29 6 角形領域の生成例
Fig. 29 Example of six-sided region.

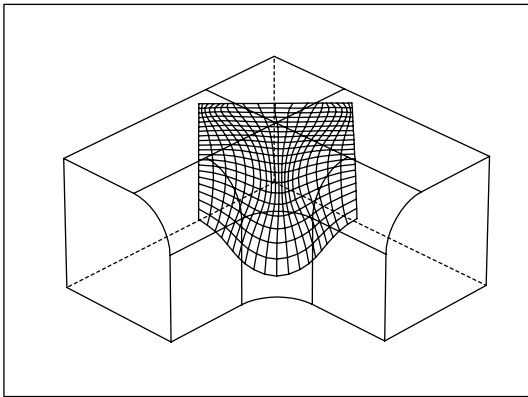


図 28 5 角形領域の生成例
Fig. 28 Example of five-sided region.

た曲面の等パラメータ線を示す。なお、サンプリング点における境界曲線を横切る方向のベクトルの決め方として、4.2 節の方法 2 を利用した。図 10 に比べて曲面形状が改善されたことが分かる。図 26 に図 16 に基づいて生成した曲面の等パラメータ線を示す。この例の特徴として、N 角形領域の境界曲線どうしの連続性がすべて G^1 連続である。これらの特殊なケースのほか、フィレット操作においてよく現れる 4, 5, 6 角形のぼかし領域に本手法を、適用した例をそれぞれ図 27, 図 28, 図 29 に示す。

6. ま と め

N 角形領域に曲面を内挿する方法において、従来では、周りの面との連続性および内挿した四辺形面どうしの連続性を考慮し、N 角形領域を複数の四辺形面で内挿している。しかし、N 角形領域の境界曲線の長さが極端に異なる場合には、内挿で生成された内部曲線がうねったり、互いに干渉したりする可能性がある。

そのため、内挿した曲面がうねったり、互いに干渉したりする可能性がある。これらの問題を解決するために、周りの面との連続性は犠牲にしたうえで、N 角形領域を覆うような 1 枚の双 3 次 B-spline 曲面を生成する方法を提案した。生成した B-spline 曲面の内部連続性は C^2 連続である。周りの面との連続性は C^0 連続であるが、従来の内挿方法で高品質な曲面が得られない場合には、本手法は有効である。本論文で提案した手法は (株)リコーで開発しているソリッドモデリングツールキット DESIGNBASE⁹⁾ に実装し、その効果を確認した。

参 考 文 献

- 1) Chiyokura, H. and Kimura, F.: Design of solids with free-form surfaces, *Computer Graphics*, Vol.17, pp.289-298 (1983).
- 2) Chiyokura, H., Takamura, T., Konno, K. and Harada, T.: G^1 surface interpolation over irregular meshes with rational curves, *NURBS for Curve and Surface Design*, Farin, G. (Ed.), pp.15-34, SIAM, Philadelphia (1991).
- 3) 古島終作, 津曲 学, 徳山喜政: 整列されない点群の B-spline 曲面への高速な近似, 1994 年度精密工学会秋季大会学術講演会講演論文集, pp.681-682 (1994).
- 4) Hoschek, J. and Lasser, D.: *Fundamentals of Computer Aided Geometric Design*, A K Peters (1993).
- 5) 今野晃市, 千代倉弘明: NURBS 境界 Gregory パッチによる自由曲面形状の内挿方法, 情報処理学会論文誌, Vol.35, No.10, pp.2203-2213 (1994).
- 6) Konno, K., Tokuyama, Y. and Chiyokura, H.: A G^1 connection around complicated curve meshes using C^1 NURBS Boundary Gregory Patches, *Computer Aided Design*, Vol.33,

- pp.293-306 (2001).
- 7) Piegl, L.A. and Tiller, W.: Filling n-sided regions with NURBS patches, *The Visual Computer*, Vol.15, pp.77-89 (1999).
 - 8) Piegl, L. and Tiller, W.: *The NURBS Book*, Springer-Verlag (1995).
 - 9) 鳥谷浩志, 千代倉弘明: 3次元CADの基礎と応用, 共立出版(1991).
 - 10) Ueda, K.: Mean normal vector to a surface bounded by Bezier curves, *Computer Aided Geometric Design*, Vol.13, pp.441-451 (1996).

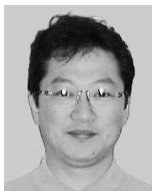
(平成 13 年 12 月 7 日受付)

(平成 14 年 9 月 5 日採録)



徳山 喜政

昭和 61 年東京大学工学部産業機械工学科修士課程修了(株)リコーソフトウェア研究所を経て,現在,東京工芸大学工学部助教授.CG,CAD,VRの研究に従事.博士(工学).映像情報メディア学会,精密工学会各会員.



今野 晃市(正会員)

昭和 60 年筑波大学第三学群情報学類卒業.(株)リコーソフトウェア研究所,ラティス・テクノロジー(株)を経て,現在,岩手大学工学部助教授.自由曲面の内挿法,形状の圧縮手法,レンダリングアルゴリズム,並列処理アルゴリズム等の研究に従事.博士(工学).IEEE,映像情報メディア学会各会員.