

亀田 通¹, 井手口 哲夫², 厚井 裕司¹

¹三菱電機情報技術総合研究所 ²愛知県立大学 情報科学部

1 はじめに

伝送帯域幅の狭いモバイル通信等から web の仮想3次元空間内仮想物体にアクセスする時、それが特に自由曲面で構成された個性あるキャラクタでは膨大なデータ量が発生し、そのため通信ボトルネックとなってしまう。図1に示す自由曲面で構成された顔形の転送後の再生図において、従来のポリゴン方式に比べ、データ個数を約1/887に削減したにも拘わらず、原型の形状と比較して僅かな変形で再現できている事を確認した。表1、表2が、その時の実験結果で、NURBS方式でのさらなる圧縮効果と、ポリゴン方式との比較である。

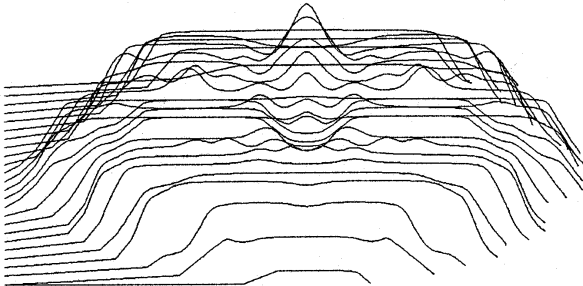


図1 残存データ群から再現された顔の概形

表1 NURBS無冗長化でのさらなる圧縮効果

圧縮率	処理後の個数	元の個数
1/4.3	706	3053

表2 ポリゴン方式との圧縮率比較

	圧縮率	実際個数
40分割	1/887.5	706/626640

2 圧縮転送の概観

以下、図2の順序で処理した。

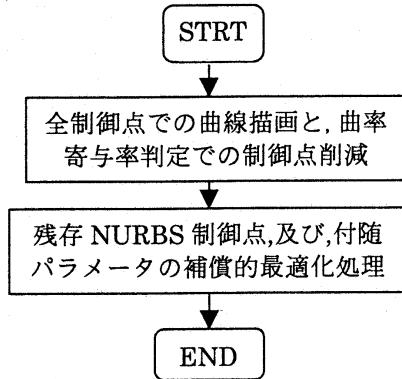


図2 データ削減、適応化処置の流れ

3 変形、補正収束方法

3.1 NURBS曲線の制御点の再設定による変形¹⁾

有理、非有理にかかわらずB-spline曲線を $C(u) = \sum_{i=0}^n R_{i,p}(u) P_i$ とし、任意の制御点 $P_k, 0 \leq k \leq n$,

$$\hat{C}(u) = R_{0,p}(u)P_0 + \Lambda + R_{k,p}(u)(P_k + V) + \Lambda + R_{n,p}(u)P_n = C(u) + R_{k,p}(u)V \quad (1)$$

変換後の制御点 \hat{P}_k , 変換ベクトル $V = \hat{P}_k - P_k$ すると、

変換後の曲線 $\hat{C}(u)$ は、この式(1)のすべての曲線 $C(u)$ の $u \in [u_k, u_{k+p+1}]$ に対する関数的変換された点を表している。

いま、最大の変換は、関数 $R_{k,p}(u)$ の最大値で起こるとし、 u を $\hat{u} \in [u_k, u_{k+p+1}]$ や $P = C(\hat{u})$ の定数とすると、もし、 P を V 方向に、距離 d で、 P_k に変位させた時、変形率 α は、以下のように決められる。

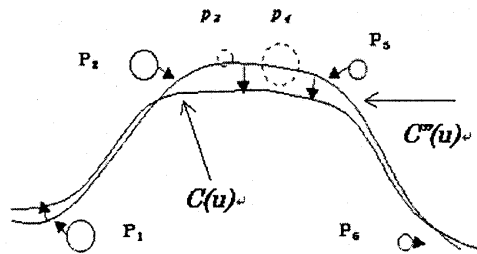


図3 削減・補償操作の原理を示す図

$$\hat{P}_k = P_k + \alpha V \quad (2)$$

目的場での変換の効果は、 $\hat{P} = \hat{C}(\hat{u})$ として、以下が自明である。

$$|\hat{P} - P| = d = \alpha |V| R_{k,p}(\bar{u})$$

すると、 α にまとめると。

$$\alpha = \frac{d}{|V| R_{k,p}(\bar{u})} \quad (3)$$

となる。

$$\begin{bmatrix} XX_{n+1} \\ YY_{n+1} \\ WW_{n+1} \\ KK_{n+1} \end{bmatrix} = \frac{\gamma_{irr}}{|f|} \cdot \begin{bmatrix} \delta_1 \cdot \frac{\partial}{\partial X^2} \frac{\partial^2 C()}{\partial X^2} & 0 & \delta_2 \cdot \frac{\partial}{\partial X \partial W} \frac{\partial^2 C()}{\partial X \partial W} & \delta_4 \cdot \frac{\partial}{\partial X \partial K} \frac{\partial^2 C()}{\partial X \partial K} \\ 0 & \delta_1 \cdot \frac{\partial}{\partial Y^2} \frac{\partial^2 C()}{\partial Y^2} & \delta_3 \cdot \frac{\partial}{\partial Y \partial W} \frac{\partial^2 C()}{\partial Y \partial W} & 0 \\ 0 & 0 & \delta_1 \cdot \frac{\partial}{\partial W^2} \frac{\partial^2 C()}{\partial W^2} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \delta_1 \cdot \frac{\partial}{\partial K^2} \frac{\partial^2 C()}{\partial K^2} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} XX_n \\ YY_n \\ WW_n \\ KK_n \end{bmatrix}$$

ここで、 γ_{irr} = 収束安定係数 $\delta_{1,2,3,4}$ = 寄与率配分係数 $C()$ = 曲線函数
 ポテンシャル係数 $f(\varepsilon_1^p + \varepsilon_2^p + \varepsilon_3^p + \varepsilon_4^w)$ (4)

3.2 最適化手法 (ポテンシャル減少法) 2)

多項式解法として、ポテンシャル減少法では、線形計画問題をポテンシャル関数と呼ばれる次の関数 $f(\sum \varepsilon)$ の最小化に帰着させて解く。現行では、2次微分の情報まで取り込んだ上で用いた。

ステップ幅については、 ε の空間で、第1象限のへりにぶつかるまで進むという方法を使った。

3.3 本研究の収束改良型ベクトル

本研究では、まずポテンシャル減少法を採用し、準ニュートン法でおこなった。XY軸とW軸とK軸は、それぞれの関数で寄与性質が異なる為、テイラー展開係数も、1次から2次までを、それぞれの軸に対して適用してみた。式(4)参照

4 結果の考察

この系を安定させるために、以下の2種類の係数を導入する事で、順調に収束する事が確認できた。

- ①イテレーション程度に応じた傾度係数
- ②各軸関係の固定的な任意の寄与率係数

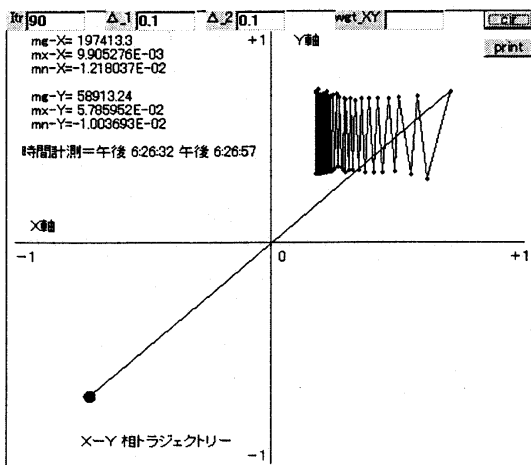


図4 収束可能改良したXY相トラジェクトリ

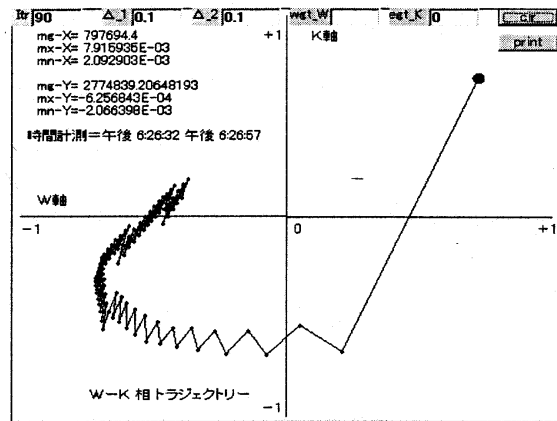


図5 収束可能改良したWK相トラジェクトリ

また、ここで得られる最適収束値は、完全な最適曲線であるとは証明できないが、少なくともローカルミニマにあると考えられる為、適応値であると言明はできる。

5. むすび

以上、本研究では、曲面を構成する曲線の制御点および関係データの削減に伴う最適化復元過程において、各収束フィードバック系間の相反によるリミットサイクル発生を防ぐあらたな方法を提案した。そして、自由曲面のデータ削減のアルゴリズムの一応の動作を検証した。

参考文献

- 1) 青野,大淵,増田 "節点削除によるBスプライン曲線・曲面の簡単化" 情報処理学会 第55回(平成9年後期)全国大会 1AD-1 pp4-239 (1997)
- 2) 田辺 "中心化ニュートン法と最適化の微分幾何" 統計数理研究所共同研究レポート No.89 (1996)