

曲面間の接続情報を用いた複数曲面モデルの 圧縮転送および修復手法

3 Z C - 4

向 清一郎¹ 古川 慈之² 増田 宏³ 大和裕幸⁴

^{1,4} 東京大学大学院新領域創成科学研究科 ² 同大学院工学系研究科 ³ 同大学人工物工学研究センター

1. はじめに

CADなどで利用される3次元モデルはデータ量が大きくwebなどでデータ閲覧の際には転送時間を非常に要するという問題が生じる。この問題を解決するにはデータの圧縮が有効と考えられる。これまで、曲面の圧縮に関しては、離散コサイン変換(DCT: Discrete Cosine Transform)などの損失のある圧縮(lossy compression)が提案されており高い圧縮率を得ることが出来る¹⁾。しかし、複数の曲面が存在する際にはそれらの手法は適していない。なぜなら曲面間にごくわずかな隙間が空いていても人は知覚できるからである。図1と2にその例を示す。図1は圧縮をかける前の曲面データで、4枚の曲面からなる。図2はこれに離散コサイン変換を用いた圧縮を施したもので、データ量は落ちたが曲面間に隙間が生じている。

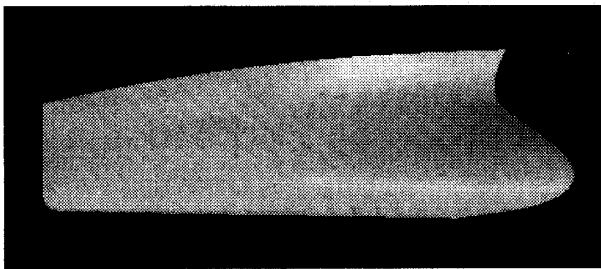


図1 圧縮前の曲面データ (10560B)

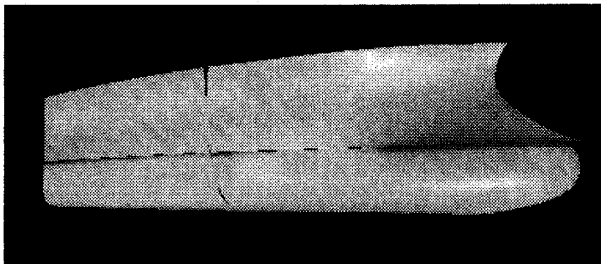


図2 圧縮後の曲面 圧縮率92% (971B)

本研究ではこの手法と劣化を修復する手法を組み合わせることで複数の曲面から構成される通常のNURBSモデルでも適用できる手法を提案する。図3に本手法の概略を示す。まずデータの送り手側で必要な情報を元の曲面モデルから抽出しておき、その情報を幾何情報とともに圧縮転送する。受け取り側では、送られてきた情報を解凍、それにもとづき劣化を修復し隙間の無い滑らかなモデルを表示する。

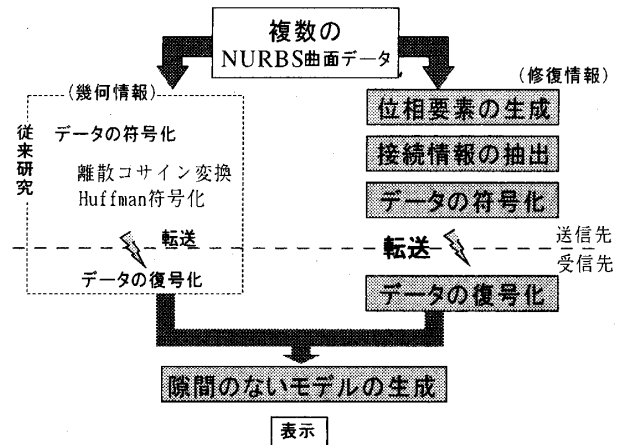


図3 修復情報を用いた複数曲面モデルの圧縮手法

2. 接続情報の抽出

本手法で扱うNURBS曲面モデルは、その幾何情報として制御点の座標値やノットベクトルなどの値を持つ。しかし複数の曲面が存在する際には、転送後の修復を行うためにどの稜線がどの稜線と接続しているといった情報が必要となる。そこでまず、面・稜線・頂点といった要素を生成する。これをもとに稜線・頂点それぞれの接続情報を、稜線であればその稜線を有する2枚の面の面番号とその面における稜線番号の計4個の数字の集合とし、頂点であれば、その頂点を有する面の面番号とその面における頂点番号の集合とする。転送する際にはこれに Huffman

符号化を行うことで圧縮する。

3. 劣化の修復

データの受け取り側では既存の手法で得られる幾何情報と、解凍した修復情報をもとに曲面同士を接続させる。接続は曲面の制御点を変更することで実現する。ここで、曲面同士が滑らかに接続していない場合は、単純に離れた稜線の制御点をそれぞれ一致させることで隙間を埋める。曲面同士が滑らかに接続していた場合には、2つの操作を加えることで滑らかな接続を得る。

- 1) まず稜線の制御点から2個目の制御点の平均を取ったものに稜線の制御点を変更する(図4)。
- 2) つぎに、式1のように変更する制御点の前後の制御点との重心をとるように変更していく(図5)。その際に曲面の中心に向かうほどもとの制御点座標の重みが強くなるような重み付けを行う(式1,表1)。

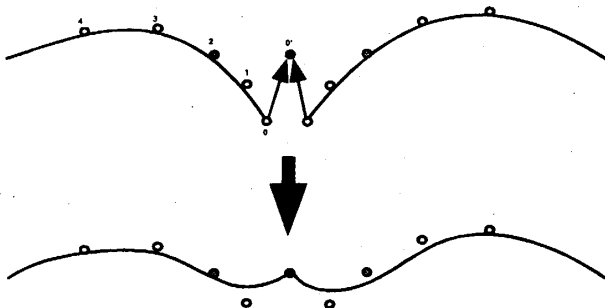


図4 (手順1) 2番目の制御点座標の平均に稜線の制御点を変更

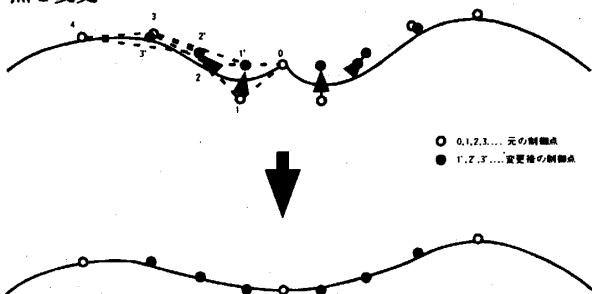


図5 (手順2) 前後の制御点との重みをつけた重心に変更

$$Cp'[i] = \frac{\frac{3 \times (i-1)}{numK} \times Cp[i] + \frac{1}{2} \times (3 - \frac{3 \times (i-1)}{numK}) (Cp[i-1] + Cp[i+1])}{3} \dots (式1)$$

但し numK = 変更する制御点数 - 1

	Cp[i]	Cp[i-1]	Cp[i+1]
Cp'[1]	0	3/2	3/2
Cp'[2]	3/4	9/8	9/8
Cp'[3]	3/2	3/4	3/4
Cp'[4]	9/4	3/8	3/8
Cp'[5]	3	0	0

表1 制御点数11での各制御点での重み

この二つの操作を繰り返すことで、滑らかな曲面接続をえる。またこの手法では、曲面間の滑らかさをそこでの法線の一致を得ることで実現している。頂点にも、ここまでと同様の手法を使い一致させる。

4. 結果

図6に、図2に本手法を施した結果を示す。修復情報としてわずか50Bを加えることで図1と比較しても遜色ない高品質な表示を得ることが出来た。

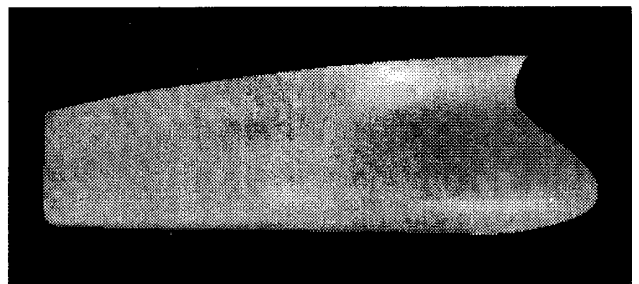


図6 手順1と2を5回施したもの 圧縮率90% (1021B)

5. 今後の展望

本研究では、複数の曲面からなる曲面データを高い圧縮率を得ながら品質のよい表示を行うことが出来るという可能性を示した。今後は、更なる改善を行うと同時に、トリム曲面を考慮した圧縮手法についても考えていく予定である。なお、本研究は造船学術研究機構の交付金を得て行われた。

参考文献

- 1) 増田宏, 大淵竜太郎, 青野正樹: 周波数領域での曲面データの圧縮と転送, 情報処理学会論文誌, Vol.40, No.3
- 2) 鳥谷浩志, 千代倉弘明: 3次元CADの基礎と応用 初版, 共立出版, 1991
- 3) M.ネルソン, J.-L.ゲイリー: データ圧縮ハンドブック, トッパン, 1996