

標準立体データベースについて

柿本 正憲 (富士通研) 間瀬 健二 (NTT) 福井 一夫 (NHK)
中嶋 正之 (東工大) 宇野 栄 (日本IBM) 西原 清一 (筑波大)

(社) 情報処理学会グラフィクスとCAD研究会 (CG研) では、コンピュータビジョン研究会 (CV研) と協力して、CG及びCVの分野での研究の促進を目的とする立体データベース構築の検討を開始した。立体データベースの形式としては、CGとCVの両方の分野で広く使われることを考慮して三次元レンジデータを採用する。1991年度は標準立体データベースに対する学会員や業界の認識を高めるためにアナウンス的な活動を行なう。1992年度には収集／配布方法など具体的な問題点を検討する。1993年度には配布を開始することを目標とする。

On the standard 3D model database

Masanori Kakimoto, Fujitsu Laboratories Kenji Mase, NTT Kazuo Fukui, NHK
Masayuki Nakajima, Tokyo Institute of Technology Sakae Uno, IBM Japan
and
Seiichi Nishihara, Tsukuba University

IPSI SIGCG, in cooperation with SIGCV, started a study on the construction of the standard 3D model database for the purpose of forwarding research on Computer Graphics and Computer Vision. Three dimensional range data is adopted as the basic format of the model in consideration of being widely utilized in both CG and CV research area. In the year of 1991, SIGCG concentrates on announcement of the plan in order to have IPSJ members and industrial people realize the importance of the database. In 1992, examination is to be made on such issues as collection and distribution of the data. The target of this project is distribution of the database in the year of 1993.

1 はじめに

三次元CGの基礎となる研究分野としては、計算機上に物体モデルを作るためのモデリング、モデルを画面に絵として表示するためのレンダリング、動く絵を作るためのアニメーションの三つをあげることができる。このうちモデリングはCGの処理の流れの上流に位置しており、何らかの形でモデルを作らない限りCGの研究を進めることはできない。少なくとも実験や検証を行なうことはできない。

三次元CGの応用研究分野はいずれも、上記三つの基礎分野のうちの少なくとも一つの実績の成果の上に成り立っていると言ってよい。従って、基礎/応用を問わず、三次元CGに関するどのような研究をやるにしても、計算機上に物体モデルを持つことは必要不可欠である。

しかし、実際の研究開発の現場では、モデリング自体が興味の対象ではない、モデリングのツールがない、時間がないなどいくつかの理由により、満足のいく良質な物体モデルを使って研究を行なうことは難しいことが多い。また、そのような状況では研究成果を客観的に評価することも難しい。

そこで、情報処理学会グラフィクスとCAD研究会（以下CG研）では、三次元CGの研究開発に携わる人たちに広く使ってもらうことを目的とする標準立体データベースの検討を開始した。

2 過去の成功例

三次元CGの分野で良く使われるモデルとしては図1に示すNewellのティーポット¹⁾があげられる。このモデルは32枚の双三次ベジェ曲面パッチとして与えられているが、いろいろなデータ形式に変換され、特にレンダリングのアルゴリズムの検証や評価のために使われている。

また、CGの分野ではないが、情報処理学会コンピュータビジョン研究会（以下CV研）が編集した標準画像データベースSIDBA（Standard Image Data Base）²⁾は、特に画像処理アルゴリズムの評価に用いられ国内の画像処理研究の促進に重要な役割を果たしている。図2にSIDBAの画像の一例を示す。

上記二つの成功例に共通しているのは、論文な

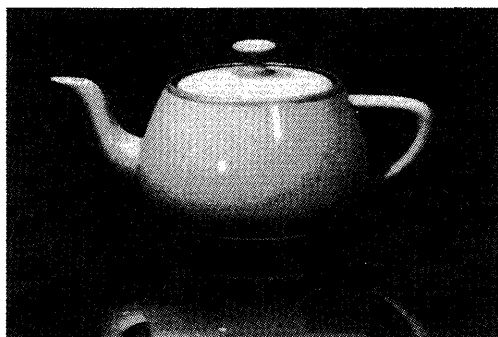
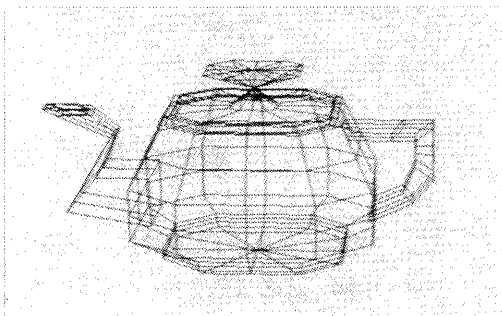


図1 Newellのティーポットの曲面制御ポリゴン（上）とレンダリング結果（下）



図2 SIDBAの画像の一つ"GIRL"

どで新しい方式の評価を示す際に多くの執筆者がそれを用いるために読者に馴染みのあるものとなり、読者が「あのモデル（画像）に適用するとこのぐらいの結果（速度・質）になるのか」と比較的高い客観性を持ってかつ公平に他の方式と比較評価できる点である。このことは、それら事実上の標準データを採用したすべての研究成果や論文

の信頼性を高めるのに大いに役に立っている。

このような標準データの存在によって、研究者は本質的でない部分で余計な苦勞をすることなく信頼性の高い論文を書くことができるようになった。そのため個々の研究者の効率が上がっただけでなく、多くの人がその研究分野に参入しやすくなる土壌を作ったとも考えられる。

このように、客観的な評価が難しい画像とかCGの研究分野では、標準データの存在が研究の促進に大きな役割を果たしている。

3 標準立体データベース

3-1 標準立体データベースの存在意義

上記のような成功例にならぬ、標準立体データベースの検討を開始した。前述のティーボットがすでにお手本としてあるわけだが、標準立体データベースはそれ以上の新しい意義を持つものでなければ意味がない。

CGの研究の進歩に従い、単純なモデルではなく複雑なモデルを扱うことのできる方式やシステムが要求されており、また実現されてもきている。例えば昨今のハードウェア技術の進歩は一秒間に百万の単位のポリゴンをレンダリングするグラフィックエンジンを可能にしている。このような時代に合った立体データベースが必要であろう。

また、「物体モデル」と「画像」の変換処理という大ざっぱな捉え方をすれば、CGとCVは逆の変換をするというだけで、共通点は多い。標準立体データベースが、単にCGの分野での利用にとどまらず、CVの分野でも広く用いられるようなものになれば、単に「新しいティーボット」であるだけの存在でなく、意義のある標準データとなるだろう。

3-2 データの基本形式

CGで用いられる物体モデルの表現方式は多種多様で、例えば以下のような方式がある。

- (a) ポリゴンデータ
- (b) ポリゴンメッシュデータ
- (c) 二次曲面
- (d) 自由曲面

- (e) 三次元ボリュームデータ
- (f) メタボール
- (g) パーティクル

標準立体データベースでこれらのすべての方式をカバーするのは不可能だしその必要もないだろう。どれか一つの形式にこだわるよりも、配布しやすい形式にしておいて、できるだけ広範囲な物体モデルをカバーできる形式に変換可能なようにしておくのが現実的である。

以上のような点と、CVの分野でも使えるという点を考慮して、標準立体データベースの最初の配布では三次元レンジデータを基本形式として採用する。三次元レンジデータは、レンジセンサを用いて実物モデルを計測し、測定点から物体表面の距離を画素の明るさに対応づけた画像として得られる。図3にその例を示す。

3-3 三次元レンジデータの利点

三次元レンジデータ、すなわち画像というきわめて一般的なデータ形式をとることは次のよう

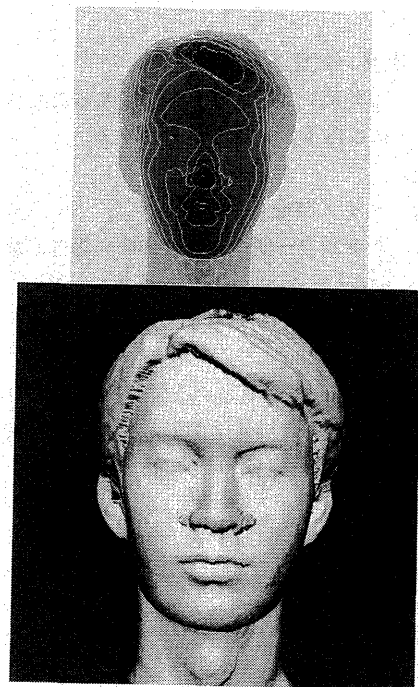


図3 三次元レンジデータの例（上：等高線つき距離画像、下：レンダリング結果）

な利点がある。

- (1) フォーマットはSIDBA形式を利用できる。
- (2) SIDBAでの配布の実績がある。
- (3) データの持つ情報量が多く、複雑なモデルも表現できる。
- (4) CVの研究にも使える。

(1)(2)は既存の成果の上に乗る形になるが、標準データという観点から望ましいことである。今後長期的にはどう発展するかわからないが、標準立体データベースの初版としてはできるだけ広まりやすい形式にしておいた方がよい。

(3)の利点は、3-1でも述べたように今後複雑なモデルを扱うことができるCGハード環境が整うにつれて意味を持つようになるだろう。今のところ、CGではポリゴンデータでモデルを表現することが主流になりつつあるが、三次元レンジデータからポリゴンデータに変換することはさほど困難ではないので、CGモデルの標準データとしては適当であろう。

3-4 三次元レンジデータの欠点

一方、三次元レンジデータを採用することのデメリットには以下のようなものがある。

- (1) ノイズが乗りやすい。
- (2) モデルの一側面しか取れない場合が多い。
- (3) 大きなモデルは計測できない。

(1)は実物を計測するという性格上避けられない。また、規則的な幾何学図形が欲しい場合には三次元レンジデータは不向きである。

(2)は複数の側面から計測し、複数のレンジデータで一つのモデルを表現するようになればある程度解決できる。また、最新の機器では物体の周りをカメラが回転して計測することにより、モデルを円筒座標系のレンジデータとして得ることができるようになってきている¹⁴⁾。

(3)は計測機器であるレンジセンサの制限から来る欠点であるが、テクノロジーの進歩によって将来

ある程度は解決されるかも知れない。しかし、地形のような規模のモデルを扱おうとする場合は、大きな技術的ブレイクスルーを待たなければならない。地形の場合に限れば、標高基準点データを利用したり等高線データから変換したりする方法で標準立体データベースに加えることが可能かも知れない。

3-5 三次元レンジデータが適用できる例

レンジデータが適している分野として、顔の形状表現がある。顔のモデルは、単純な幾何学形状や自由曲面の組み合わせで作るには表面形状が複雑すぎるため、実物またはクレイモデルの計測によって入力するのが現実的である。従来は、三次元ポインティングデバイスを使ったり、表面に多数の基準点を描いて複数方向からカメラで入力したりする方法¹⁵⁾¹⁶⁾が取られていたが、レンジセンサを用いれば高い精度で比較的簡単に入力できる。

人間の顔を形状モデルで表現する技術は、いわゆるCGの分野だけにとどまらず、知的画像符号化の分野でも研究されている¹⁶⁾。顔のモデルの三次元レンジデータを標準立体データベースとして提供すればこのようにより広い分野での有効利用がなされると思われる。

3-6 CGモデルとしての付加価値

三次元レンジデータとしては、すでにNRCC (National Research Council of Canada)が配布しているデータが知られている。標準立体データベースの構築に当ってはこれとは違った独自性を打ち出す必要がある。

これに対しては、CGでの利用に適するように付加価値をつけることが考えられる。例えば、距離画像と共にマッピング用として表面の色の画像データをつける¹⁴⁾、すべてのモデルをステレオ・ペアにして提供する、などの方法が考えられる。そのほか、独自性を出すための付加価値を考えることは今後の課題となる。

4 実現に際しての課題

標準立体データベースの実現に当っては様々な実際的な問題が生じる。ここでは、現時点で想定

できる問題点を列挙する。具体的な解決策をどうするかは来年度に検討する。

4-1 データの収集方法

現在のところ、三次元レンジセンサは高価なため、少数の限られた機関にしか置かれていない。それらの機関の協力を得るためには、データの配布に当っては學術利用に限るなどの配慮をする必要があるだろう。

4-2 著作権問題

標準立体データベースで配布するモデルは画像や写真と同じ性質を持ち、著作権の対象となる。これをどう処理するかは大きな検討課題である。

4-3 データの配布方法

SIDBAでの実績から行けば、テープのような媒体を通じて配布するのはもちろんであるが、近年の計算機ネットワークの発達を考えれば、ネットワークを介しての配布も検討する必要がある。

4-4 マニュアルの作成

レンジデータの場合は特に、一見して何を示しているのか分からないから、計測したモデルの写真等を載せたマニュアルを添付することは重要である。

4-5 データのビジュアル化

レンジデータのビジュアル化は、それ自身がCGの研究の対象となる。研究会・シンポジウム・論文誌等の学会活動として、レンジデータのビジュアル化に関する特集を組むことも検討する必要がある。

5 今後の工程

今年度は本稿のようなものも含め、いろいろな形でアナウンスを行ない、学会員や業界の認識を高めて広く協力やアドバイスを求める。また、前節で述べた検討課題以外にも具体的な問題点の洗いだしを行なう。

1992年度には、前述のような具体的な問題点を一つ一つ解決する。また、新たな問題点が発生したら随時それを解決し、実作業に取りかかる。

1993年度には配布を開始することを目標とする。

以上が仮の工程であるが、需要が大きく、多くの協力が得られる場合には、もっと早い時期に配布が行なえるようになるかもしれない。

6 まとめ

標準立体データベースの構想について述べた。その実現は学会内部の少数の人間の努力だけでは困難で、大学はもちろん、官民を問わない様々な研究機関、産業界などからの、ヒト・モノ・カネのあらゆる面からの協力が不可欠である。

標準立体データベースが特定の個人・団体を利するものではなく、CG, CVの分野に携わるすべての人がその利益を享受するものであるというご理解をいただき、具体的な協力やアドバイスがいただければ幸いである。以下にCG研連絡委員で、標準立体データベースワーキンググループのメンバーの連絡先を示す。

氏名	e-mail	FAX.
柿本正憲	kaki@flab.fujitsu.co.jp	044-754-2594
間瀬健二	mase@nttcvg.ntt.jp	0468-59-2898
福井一夫	fukui@str1.nhk.or.jp	03-5494-2309

謝辞

図3の写真を提供していただいた末永康仁氏ならびに渡部保日児氏（NTTヒューマンインタフェース研究所）に感謝致します。また、標準立体データベースワーキンググループのメンバーとしてCG研連絡委員とともに活動して下さっている、CV研の全炳東氏（東大生研）、久野義徳氏（東芝総研）、寺内睦博氏（広島大）に感謝致します。

参考文献

- [1] Frank Crow, "The Origins of the Teapot," *IEEE CG&A*, January 1987, Vol. 7, No. 1, pp. 8-19.
- [2] イメージプロセッシング研究連絡会, "標準画像データフォーマット," 情処学会研資, イメージ9-1 (1976).
- [3] コンピュータビジョン研究連絡会, "拡張標準画像データフォーマット," *情報処理*, vol. 30, No. 1, Jan. 1989, pp. 50-57.
- [4] Yasuhito Suenaga and Yasuhiko Watanabe; "A Method for the Synchronized Acquisition of

Cylindrical Range and Color Data", *IEICE trans.*
vol.E-74, no.10,(1991.10)(掲載予定).

- [5] 相澤, 斎藤, 原島, "知的画像符号化のための顔の3次元モデル構成について," 1986年度画像符号化シンポジウム(PCSJ86), pp. 57-58.
- [6] 野口, 中嶋, 安居院, 古田, "顔の3次元形状の簡易なモアリング手法," 電子情報通信学会論文誌, Vol. J71-D, No.11 (1988年11月), pp.2350-2356.