

CGの歴史を担うSIGGRAPH

西田 友是¹ 福山大学工学部

安生 健一 日立製作所新事業推進本部ビジュアルウエア事業推進部

はじめに

コンピュータグラフィクス(以下CG)の研究は1960年代前半から始まり30年が過ぎた。CGの研究に最も貢献した学会はACM SIGGRAPHである。本年は記念すべき年であり、この夏の大会で25回になった。この記念すべき時期に合わせて本稿においてCGの発展とSIGGRAPH(Special Interest Group on Computer Graphics)との関連について考えてみたい。

CGは、当初3次元物体の隠面消去や各種表示技法を含むリアルな画像の生成法の研究が主であったが、CADシステムへの応用、科学計算結果の可視化(ビジュアルイゼーション)、医療への応用、バーチャルリアリティ(仮想現実感)、ハリウッドの映画で代表されるエンターテインメント分野への応用と多岐に渡り応用されるようになってきた。Java、VRML等の普及にも伴い、ネットワークコンテンツの広がりを見張るものがある。こうした時代背景に伴いCGの研究、学習、教育のあり方も変化しつつある。また、CGを始めとするデジタル映像技術の進歩は目覚しく実用の域に達したのも少なくなく、マルチメディアなどの他の技術との融合の時代に入りつつある。こうした時代の変化を先取りしているのがSIGGRAPHである。

CGに関連する学会はいくつかあるが、SIGGRAPHほど影響力のある学会はない。他の国際会議に参加しなくても、あるいは学会誌を読まないことがあってもSIGGRAPHには必ず参加して情報を入手しようとする研究者は少なくない。研究者にとどまらずアーティストからジャーナリズムまで参加者の幅はかなり広く、3万人以上の参加者を動員できる学会で、他の研究分野では想像もつかない巨大な存在である。

そこで、本稿においては、SIGGRAPHの歴史、日本の論文のSIGGRAPHへの貢献、研究動向、SIG-

GRAPHへの期待などを述べた。こうした解説は研究の動向などを主に論ずることが通例ではあるが、SIGGRAPHの特殊性ゆえ学術的なもの以外の統計(論文数の変遷など)についてもあえて述べた。なお、本紙面は限られているので極力関連するURLを記したので参考にしていただきたい。

SIGGRAPHの歴史

CG分野における国際会議は、SIGGRAPH、EUROGRAPHICS(1980)、Computer Graphics International(1982)、Pacific Graphics(1993)、Graphics Interface(1969)などがある。ここで、()内は学会開始年度である。なお、EUROGRAPHICSではEUROGRAPHICS Workshop on Rendering(1980)を始め、Scientific Visualization、Animation/Simulation、Education、Hardware、Multimedia、Virtual Environments、Implicit Surfaces、Designs、Parallel Graphicsなど多彩なワークショップがある。日本ではNICOGRAPH(1982)が挙げられる。また、本学会の「グラフィクスとCAD研究会」は1981年に設立された。このように、CGに関する学会は少なくないが、SIGGRAPHはきわめて特殊な存在である。

SIGGRAPHは米国コンピュータ学会ACMのCG分科会で、毎年1回国際会議を開催している。この分科会は1967年に創設され、その第1回会議は1974年に開催された。参加者は600人とささやかなものであったが、第3回頃から機器展示が付加され、第6回にはフィルムショーが加えられ、第10回にはアートショーが加えられるなど、年々規模が拡大していった。現在では会員数1万人以上、参加者3万人以上の世界最大のCG国際会議・展示会になっており、CGの先端技術が発表される場として注目されている。そこで行われるエレクトロニックシアター(古くはフィルム&ビデオ・ショーと呼んでいた)はそのアルゴリズムの実証の場でもある。また、展示会ではCG機器の新製品も発表

¹ 現、東京大学理学部情報科学科

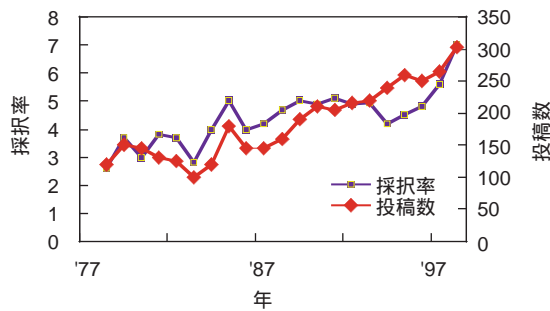


図-1 論文投稿数および採択率の推移

される。この分科会はComputer Graphicsという学会誌を年4回発行しており、この1冊がSIGGRAPHのプロシーディングスであった。すなわち、SIGGRAPHは国際会議でありながら、学会誌（たとえばComputer Graphics, Vol.?, No.3）として扱われていた。しかし、1993年からはAnnual Conference SeriesとしてConference Proceedingsとなった。この分科会はいくつか支部を持っており、日本では昨年春に東京支部が設立され（委員長：稲蔭氏）、まだ短期間であるにもかかわらず急速に会員も増えつつある。

Boulderで開催された第1回会議（1974年）では、19件の発表で、参加者は600人であったが、昨年は48件の発表（投稿数は265）で、48,700人の参加者となった。本年（Orlandoで開催）は45件の発表で、303件と史上最高の投稿数である。このような急速な進歩には驚かされる。この学会は難易度の高いことは有名で、本年での採択率はほぼ1/7（参考までに昨年のEUROGRAPHICSは1/4）であった。論文投稿数も増え続けている（図-1参照）。このような進歩は産業界からの要望があるからこそであろう。CGはすでに成熟期に入ったともいわれているが、論文投稿数の推移で判断する限り、まだまだこの分野は発展している。

このように難易度の高い論文採択率になる理由の1つは、論文発表とパネルディスカッションのセッションがそれぞれ1会場しかなく、他の国際会議のようにいくつかのセッションが並列に行われることがなく、発表件数が限られてくるためである。したがって、これまで30から57件の範囲の論文のみが採択されている。このCGで最も権威ある学会では、1年に1回のチャンスで前記の数の論文しか発表の機会がないことから、ますますその価値が高まったといえる。1会場しかないということは、数千人を収容できる会場で発表することとなり、その会場の大きさ、迫力に圧倒されることも権威付けを助長していると思える。最近では、このような難易度では萌芽的な研究の発表機会がなくなることから、Technical Sketchのセッションが企画された。これは、論文としては認められないが、これからの研究をより進めるための議論の場となっている。

I.E. Sutherlandが10の未解決の問題を提起し、その中に隠線・隠面消去があり、これらに対する挑戦が



図-2 河口先生、プリン博士、西田（SIGGRAPH95会場にて）。プリン氏は本年度の記念講演者

表-1 最近の国別の論文数

	'96	'97	'98
USA	42	41	39
Europe	2	3	5
Canada	3	0	0
Japan	3	2	0
Asia	2	1	0

CG研究の推進力になったといえる。今までにCGの発展に貢献した歴史的な手法は、レイトレーシング法（1980）、ラディオシティ法（1984）、ポリウムレンダリング（1982）、パーチャルリアリティ（1988）などの技術である。なお、補足だが1977年に最初のカラーディスプレイが作られ、1983年に本格的な教科書が出版され（現在は2版がある^[Foley 89]）、1994年に「Jurassic Park」がアカデミー賞を受賞した。

SIGGRAPH における日本の貢献と米国の優位な研究体制

論文などに関して、国別の貢献度などを考えてみたい。こうした統計や比較を考えること自体、まだ日本は国際化していないともいえるかもしれないが、今後の日本でのCGの発展を考えるためにも、あえてCG分野での日本の立場を考えてみたい。

著者らが数えた限り、SIGGRAPHにおける本年度までの日本からの論文数は35編である。第1回（1974）には國井先生（元東京大学）らが発表されておられ、1982年以後（河口洋一郎氏、現東京大学、図-2参照）は、比較的安定して日本から1、2件の発表が続いていた（詳細はURL¹⁾を参照）。多い年は5件にも及んだが、本年度は残念ながら0となった。最近の国別の論文数を表-1に挙げる。これで分かるように、85%以上を米国が占めており、そのほかを、カナダ、日本、ヨーロッパで3分している。したがって、1982年以後では日本の貢献度は約5%にすぎない。ただし、アジアでみる

表-2 最近の米国の研究機関別論文数

	'94	'95	'96	'97	'98
U.N.C.	0	2	5	4	4
Washington Univ.	5	2	6	3	4
Stanford Univ.	4	4	5	4	1
Microsoft	0	2	8	3	2
Cornell Univ.	4	3	1	2	1
Apple	6	2	1	2	0
C.M.U.	4	2	1	2	1
Princeton Univ.	4	1	1	0	2
Tronto Univ.	3	3	1	0	0
Univ. of California	0	0	2	3	2
M.I.T.	0	2	2	1	1
CalTech	0	2	1	1	0
SGL	1	0	0	2	1

と、これまで中国が2件、韓国2件、台湾2件であり、日本はアジア内ではかなり優位といえる。

研究機関別にこれまでの論文の統計をとると、日本の場合、大学関係では筆頭著者を含む広島・福山大学のグループが10件で、企業からではNTT(4件)、ソニー(4件)、第2著者を含む日立(3件)が代表的な研究機関である。日本でも特定の研究機関に集中する傾向があるが、米国ではその傾向がもっと著しい。表-2に最近の米国の研究機関別論文数を示す。表のように特定の機関のみで全論文数のかなりの割合を占める傾向がある。すなわち、ノースカロライナ大学(U.N.C.)、スタンフォード大学、コーネル大学、ワシントン大学、Microsoft社(以前はAPPLE社、SGL社が多い)、などが独占的といえる。

米国の圧倒的な優位性と特定機関への集中について著者らは次のように分析している。

- (1) 米国ではCG産業界から需要が多い。したがって資金、学生の就職先等優位に展開しているため、研究資金に加え研究者の数が十分確保される。
- (2) 米国でCG教育の普及の高さ。1987年にはすでにCGのコースを持った大学は米国で350を超えており、CG学科も設置されていた。そのころ日本ではまだ数校の大学のみで教育されていた。日本では基礎を学ぶ機関がなく、大学・企業の研究室に配属された後、基礎から勉強・研究を始めることになる。なお、今では日本にもCG学科は多くあるが、これは専門学校のみであり、研究者を養成するものではない。
- (3) 採択率が数倍以上となると、洗練された論文の必要があり、経験豊富な研究者がいる機関でないと、そのノウハウを指導できないため、特定機関に集中する。
- (4) 計算機環境が要求されるので、伝統ある大学(企業からの援助を受けやすい)、ブームに乗っている企業に限定される。米国では有名な研究者が簡単に、

こうした組織に移籍していることも挙げられる。したがって、人事交流も少なく、設備等が十分といえないアジアや、東ヨーロッパなどでは厳しい状況となる。

以上のように、日本が期待にそえる貢献度を得られないのは、産業界のバックアップ、CG教育の遅れ、および研究者の層の薄さが大きな要因だろう。

査読に偏りがあり、特定機関が有利ではないかと思われる方もあるので、著者(筆頭著者)の委員の経験(過去2回と来年度)を元に、査読の形態も他の学会と異なるので紹介しておきたい。SIGGRAPHのプログラム委員は20人程度で構成され、各委員は20件程度の論文の主査となり、他の委員が副査を務める。また、各論文は5人以上の査読者により評価され、主査がそれらをまとめ、委員会で報告する。委員会においては、委員の所属機関(過去に属した機関も含む)からの投稿論文の判定の際は、会議室から退出しておかなければならず(その論文に関する部分は削除した資料しか配布されていない)、まったく評価点や審議の様子を知ることができないようになっている。したがって、身近な人の論文に関して知るチャンスすらなく、意見を言う余地がないルールにしてある。さらに2年以上重複して委員を行えないようにし公平さを保持している。ちなみに、査読のコメントが多く、査読者も多いことから投稿した論文より査読報告の方のページ数が多いことも少なくない。

SIGGRAPH に見る最近の研究動向

1990年代に入ってから、それ以前と比べてセンセーショナルな論文発表は少なくなった。ここ2、3年ではさらに実用に直結した、あるいは直結することが期待されるような分野が発展してきたといえるだろう。SIGGRAPHの論文に関して、たとえば次のようなジャ



図-3 16枚の写真画像から鐘楼を3DCGで構築する
(Siggraph97 Visual Proceedings page 254 "FACADE")

ンルのものが最近では注目されている。

- **Image-based rendering :**

1枚または少数の、視点の異なる2次元画像データを入力として、アニメーション映像を生成する手法。1995年にAPPLE社からQuickTime VRに関する論文が登場したのが皮切りである。この場合は、複数枚の写真を入力してパノラマを作り、それを基にウォークスルーをするものであった。これ以外にも複数の写真からコンピュータビジョンの技術を駆使して建築物をモデル化してアニメーションを作る方法(図-3参照)や、1枚の画像からユーザの想像力を助けとして背景と手前の物体を区別してアニメーションを作るGUIを提案した論文などがある。

- **Surface simplification :**

形状モデルを表示する大きさ(視点からの距離)に応じて、データの精度(たとえば多角形の数)を変化させる方法。これは特に実用に直結する技術で、たとえば、インターネット上やリアルタイムシミュレーション应用到効力がある。

- **Non-photorealistic rendering :**

物理法則(光学等)に則って光と影のリアリティある画像生成技術群はしばしばフォトリアリスティックレンダリングと呼ばれる。これらは、まさに“写真で撮ったような”リアリティの高い画像を生成することを目指している。一方最近では、油絵や水彩画のタッチを実現したり、あるいはセルアニメーションを目指すCG応用技術も多く研究されるようになってきた。これらは総称してノンフォトリアリスティックレンダリングと呼ばれる。この分野の先駆的研究には、先のNTTのヒューマンインタフェース研究所からの論文が含まれ、今でもよく引用される基本的な文献となっている。

- **Synthetic actor :**

今日では、映画やゲーム、インターネット応用など、CGアニメーションの用途には事欠かない。それに伴いより高度なアニメーション技術が要求されるようになってきた。特に人間をCGで表現するための技術課題

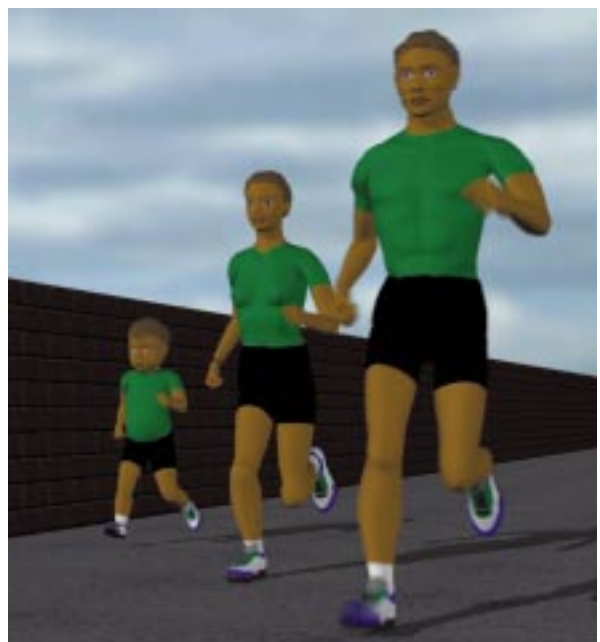


図-4 「走る」動作のバリエーションを生成する手法
(Proc. Siggraph97 page 153 Figure 1)

は山積しており、さまざまな努力がなされてきた。たとえば、人間らしい動きを生成するために、モーションキャプチャという実測技術があるが、いちいちモーションキャプチャしてアニメーションデータを作成するのは効率的ではない。図-4は人体の「走り」の動きデータを基に、子供や女性の動きに変換する技術を適用したものである。

以上が最近の発展著しいジャンルである。これ以外にも医学応用のポリウムレンダリング技術の高速化やハード化についての研究、煙や炎などのアニメーション表現技術なども進んでいる。

この章のはじめで、「実用に直結した」論文が多いと述べたが、これは決して既存技術の組合せ的なものが増えた、という意味ではない。1980年代までに培われたベーシックなCG技術を基に、より高度な新技術が続々と生まれている。

今年のSIGGRAPHの傾向

本章では、論文、パネル、スケッチ、コースといったSIGGRAPH98における技術動向について概説する。

全体的なトピックスとしては、第1にキャラクタアニメーションの技術に新展開があったことが挙げられる。しかもそれは、顔や表情のモデル、着衣の表現、さらに群集表現や人工生命アプローチまで多岐に渡るものであった。第2に、細分割曲面や幾何学的圧縮技術など、リアルタイム応用や高速データ転送のための曲面生成技術が注目されたことが挙げられる。第3に、スケッチやコースでは、デジタルプロダクションなどの制作現場からの発表が大盛況であった。SIGGRAPHが学術的な研究発表の場という側面だけでなく、制作現場



図-5 フルCG短編映画「Geri's Game」より
(Proc. Siggraph98 page 85 Figure 1)

のノウハウを分かち合う、あるいは議論する場となった感がある。

キャラクターアニメーション技術の新展開

今年最も話題を集めたのはキャラクターアニメーション技術である。今年のエレクトロニックシアターでも本年度のアカデミー賞（短編映画部門）を受賞した“Geri's Game”が話題をさらった。この作品は、主人公の老人Geriの造形、細やかな表情、着衣の自然な変形など、キャラクターアニメーションのクオリティを数段高めた傑作であった（図-5参照）。この映像制作に用いられた新技術は論文セッションにて発表された^[DeRose 98]。標題にある細分割曲面（Subdivision Surfaces）とはいわば古典的なアイデアであり、本論文もCatmull-Clarkの細分割曲面という1970年代後半に得られた手法^[Catmull 78]をベースにしている。キャラクターデザインには従来からNURBSがよく用いられているが、トリミング等が著しく面倒であること、また表示対象が動くときに曲面の滑らかさが保証されない、といったキャラクターアニメーションにとっては非常に厳しい制約がある。この問題を解決するのが細分割曲面なのであるが、細分割曲面を採用することによって、アニメーション制作プロセスの全行程にいろいろと影響が出てくる。それをどのように折り合いをつけ、実用的なものにしたかを述べたのが本論文である。

SIGGRAPH98のプロシーディングスの表紙を飾ったのは、カーネギーメロン大学の着衣モデルに関する論文^[Baraff 98]からの画像であった。この論文では長年の課題であった着衣動作のシミュレーションを行う方法が提案された。ここで従来から問題となっていたのは着衣の変形を記述する方程式の不適切性（ill-posedness）である。たとえば精度よく方程式の解を求めようとすると時間間隔のきざみ幅 Δt を極端に小さくする必要があったということである。これは必然的にシミュレーションの高精度と膨大な計算コストを要求することになる。また衣服の部分的なしわの発生などを表現するには衣服の位置を表すサンプルポイント数、す



図-6 着衣動作シミュレーションの例
(Proc. Siggraph98 page 54 Figure 6)

なわち空間的な解像度、を非常に高くする必要がある。こうした要求にこたえ、かつ低コストで計算できる手法が今回提案された。方程式を解くための離散化方法を工夫し、後退オイラー法という数値解析的に安定な解を求められる形にしている。図-6にその作成例を示す。モーションキャプチャで得られたダンスシーンのデータを基に着衣動作のシミュレーションが行われている。ブラウスとスカートのシミュレーションを1フレーム10秒程度で計算できる。

今年は人間の顔や表情のモデリングについての発表も優れたものが多かった。図-7にその一例を示す。これは写真を用いてフォトリアルな顔のアニメーションを生成する手法を提案したもので、ワシントン大学、ヘブライ大学、Microsoft社による論文^[Pighin 98]である。複数枚の顔の写真（実験例では左右、正面、斜めの5枚）に、人間が特徴点を指定し、カメラパラメータを推定、特徴点の位置から、あらかじめ用意してある顔の標準モデルを変形して個別の顔モデルを作成する。さらに特徴線を写真上に指定し、特徴線を用いてモデルの精度を上げるというものである。実験例では「元気な」とか「悲しい」等々の8つの表情についての特徴点分布をとり、8つの顔のモデルを男女それぞれについて作る。それを基に“視点依存の”モーフィングを施して作成したアニメーションが図の例である。従来の手法と比べて非常にリアリティの高いアニメーションが生成されている。

これら以外の発表で特に、群集の表現に関するものも多かった。これらは、主として論文セッションでな

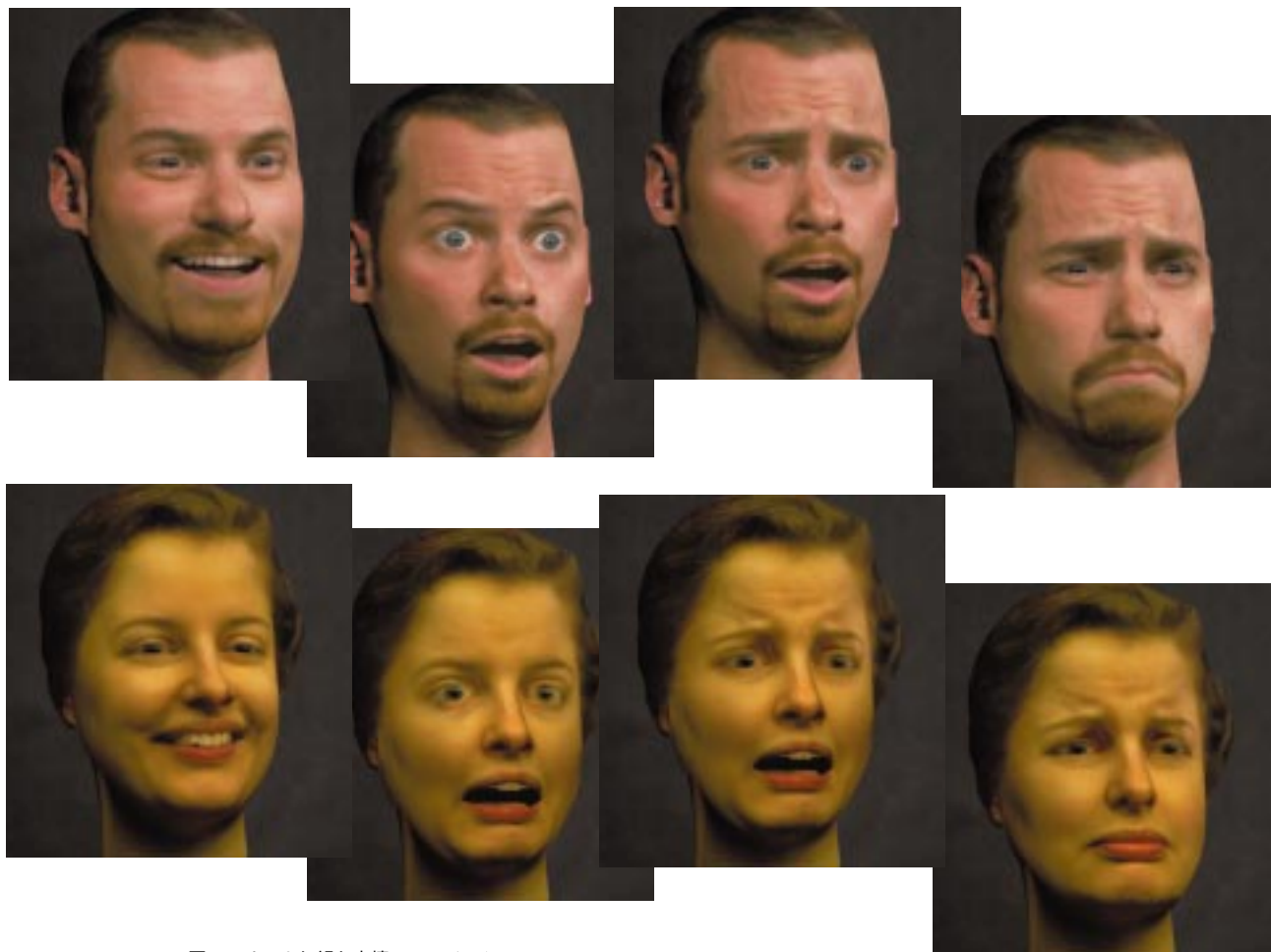


図-7 リアルな顔と表情のアニメーション
(Proc. Siggraph98 page 82 Figure 8)

く、スケッチやコースなどやや教育的あるいは映像制作現場からのケーススタディとしての発表が多かった。たとえばDisneyは新作映画「Mulan」での騎馬軍団のシーンについての彼ら独自の「群集エディタ」のソフトを紹介していた。

レンダリング関係

レンダリング技術はここ2,3年フォトリアリティに関する論文よりも、いわゆるイメージベースレンダリングあるいはノンフォトリアリスティックレンダリングに分類される論文の方が圧倒的に多い。今年はイメージベースレンダリングに関して2つの論文セッションと1つのコースがあり華やかであった。

まずフォトリアリティに関する論文として、ドイツのmental imagesがフォトンマップを利用した大域的な透過シミュレーション手法を提案した^[Jensen⁹⁸]。大域的な光の反射を効率よく扱うために、photon(光子)マップを用いた方法を提案している。従来の方法はPhotonマップを平面的に扱っていたが、本論文ではボリューム内のphotonマップを用いる。レンダリングの基本方法は分散レイトレーシングを用いた。この手法により、ガスによる多重散乱、水面下の光の反射等が

効率的に扱えるようになった。本手法によって生成される画像は非常にリアリティが高い。

イメージベースレンダリングに関する論文はさまざまなものがあつたが、California大学Berkeley校からの発表で、建築物の複数枚の写真からそのシーンの光学的な特性を抽出する方法を提案した論文^[Yu⁹⁸]が注目された。ここでいう光学的な特性とはいくつかの照明や反射のモデル(lighting and reflectance models)とそのパラメータ値を求めることを意味する。天空光や地面からの光の分布関数(the radiance distributions)は照明モデルの例である。シャッター速度は既知としたうえで、入力された複数の写真から得られるパラメータ情報に関するある種の最適化問題を解くことでこれらパラメータ値は決定される。本論文では疑似的BRDFという概念を定義することから始めてこの問題を解いている。本手法により入力情報(写真)とは別の照明条件の画像、たとえばもともと撮影されたのとは違う時間に撮ったと想定される画像、などが得られる。図-8に本手法の適用例を示す。図-8(a)は、生成モデルの画像である。図-8(b)はこの画像に対応するアングルからの実物の写真である。

日立製作所は昨年のSIGGRAPHにおいて、1枚の画像を基に疑似3次元空間を構成し、アニメーションを

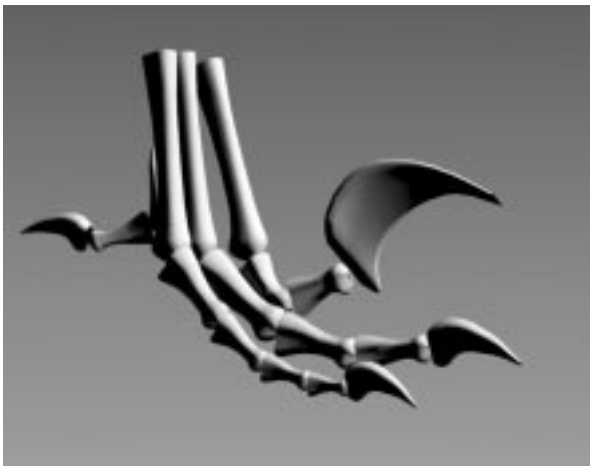


(a) 本手法で得られるタワーの画像
(Proc. Siggraph98 page 215 Figure 10(d))

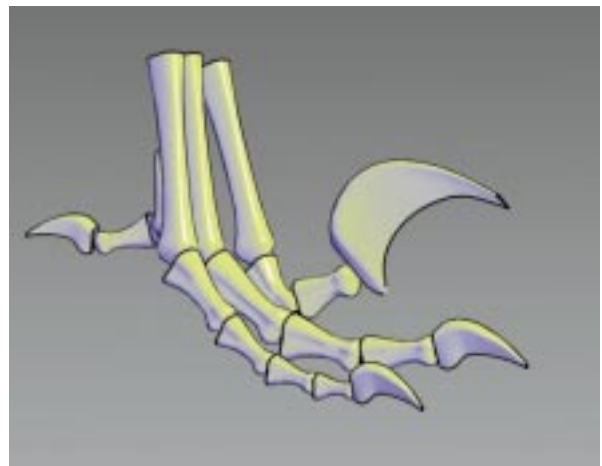


(b) 対応する実物の写真
(Proc. Siggraph98 page 215 Figure 10(a))

図-8 建築物シーンの複数枚の写真から光学的特性を簡易モデルで表現する手法



(a) 3DのCGによるシェーディング例
(Proc. Siggraph98 page 451 Figure 3)



(b) 本手法によるシェーディング例
(Proc. Siggraph98 page 451 Figure 7)

図-9 テクニカルイラストのためのシェーディングモデル

作成する技術“Tour Into the Picture”の論文と映像作品を発表したが、今年はこの技術に関する2時間のチュートリアルを行った^[Anjyo 98]。昨年の発表後の進展状況や認知科学に基づく基礎付けなど、新しい内容を盛り込んでおり盛況だった。ちなみにこれは日本からの唯一のコース発表であった。

ノンフォトリアリスティックレンダリング技術に関しても新展開があった。ここでは、テクニカルイラストのためのシェーディングモデルに関する論文^[Gooch 98]を簡単に紹介する。この論文では、従来のCGで使われる基本的なシェーディングモデルを、テクニカルイラストの分野で基本的な、色温度（temperature of the color）とトーン（彩度の連続的なシフト）を考慮したモデルに置き換えることを提案した。図-9 (a) は通常のシェーディングモデルでの表示例（ハイライトは考慮していない）だが、図-9 (b) は本手法によるもので、陰影の強弱で見えにくくなるディテールが分かりやすく表現できる。

クオリティと高速処理の両立に挑む新しい曲面論の展開

ここ2、3年来の傾向として、対話処理やリアルタイムアニメーション、あるいはWeb 応用向け高速データ送信・圧縮というニーズが非常に高まっている。これにこたえるために、従来のCADとは趣の異なる、CGプロパーな“曲面論”ができあがりつつあるようである。

一例として、ノースカロライナ大学Chapel Hill校の論文^[Cohen 98]を紹介する。この論文では、ポリゴン数を減らしつつもとの形状や質感の見栄えのクオリティを保持するアルゴリズムを提案している。この論文の特徴は、表示解像度に応じて上手く表示曲面の位置、曲率、色属性をサンプリングすることにある。特に、テクスチャ偏差距離（texture deviation metric）という概念を導入し、画素の大きさに比してどの程度のテクスチャ誤差を許すかを指定できる。これにより曲面の単純化によって生じるテクスチャの歪みの問題を回



図-10 質感は保持しつつポリゴンリダクションを施した例
(Proc. Siggraph98 page 121 Figure 11)

避できる。図-10は本手法の適用例であるが、LOD (Level Of Detail) 制御への応用である。本手法によるポリゴンリダクションによって、表面属性のクオリティを保持しつつ一番左が約8,000ポリゴンであるのに対し、右のモデルに移るに伴い順次約半分のポリゴン数になっている。一番右の最小モデルで約500ポリゴンである。

SIGGRAPH への期待

よくCG技術は成熟期に入った、とか研究テーマはもうないとかいわれるが、それははなはだ疑わしい。真に実用化の時代、大衆化の時代を迎えるにはまだまだ課題は多い。

リアリティを目指すレンダリングは、フォトリアリティからイメージベースへという流れができた。しかしイメージベースは、その入力情報は画像であるという意味で非常に膨大であり、またある時間のある場所の画像(を入力)という意味で限定的である。生成される結果は画像ベースだけにリアリティは高いが入力画像という現実の「断片」からその間を補間する「現実の内挿」技術にすぎず、たとえば照明条件を変えたらどうなるか、といった「現実の外挿」については、今年新しい試みが発表されたものの、今後への課題も多い。一方、フォトリアリティの技術は外挿技術であったが、光学ベースのアプローチは精度向上とリアルタイム生成というジレンマの前に佇んだままになっている。そろそろ新しいレンダリングのパラダイムが必要な時期である。今年の基調講演はマイクロソフトのJim Blinn氏で、今年25周年記念ということもあって彼は今後解決すべき10の課題を挙げた。その最後に「リアルタイムCGの応用を見出せ」というのがあり、結構笑いが起こった。これは取り方によってはデジタル業界の今後の行方が迷走していることともとれるが、技術的な観点から見れば、まだまだ真のリアルタイムCG技術が確立していないことを意味しているようにとれる。それは立ち返ってレンダリングの新しいパラダイムを求めることにも繋がるであろう。

さらなるSIGGRAPHの発展を、いまだからこそ望みたい。

おわりに

本稿では、CGの発展の牽引役を果たしてきたSIGGRAPHが25周年を迎えたので、SIGGRAPHの歴史、CG分野での日本の立場、研究の動向について述べた。日本で開催される学会(本学会のグラフィクスとCAD研究会など)では会えなくても、SIGGRAPHの会場に行けばかなりの日本人CG研究者に会える。その意味で、我々にとってのSIGGRAPHとは、年に一度の七夕のような濃密な集いでもある。

SIGGRAPHはCG情報の宝庫である。こうした情報は最近ではWebを介して容易に入手できるようになった。参考までにいくつかを紹介する。SIGGRAPHの一般に関するURL²⁾、CGに関する文献検索³⁾、これまでのSIGGRAPH論文の目次⁴⁾、CG研究者⁵⁾、CG教育⁵⁾、CG一般(著者のページ)⁶⁾、SIGGRAPH98報告(ボランティア団体による)⁷⁾などを参考にされたい。また、本学会のホームページにこれらのURLを紹介するサイト⁸⁾を設置したので読者の参考になれば幸いである。

参考文献

- [Anjyo 98] Anjyo, K. and Horry, Y.: Theory and Practice of "Tour Into the Picture", *SIGGRAPH98 Course Notes #8* (1998).
- [Baraff 98] Baraff, D. and Witkin, A.: Large Steps in Cloth Simulation, *SIGGRAPH98 Conference Proceedings*, pp.43-54 (1998).
- [Catmull 78] Catmull, E. and Clark, J.: Recursively Generated B-Spline Surfaces on Arbitrary Topological Meshes, *Computer Aided Design*, Vol. 10, No.6, pp.350-355 (1978).
- [Cohen 98] Cohen, J., Olano, M. and Manocha, D.: Appearance-Preserving Simplification, *SIGGRAPH98 Conference Proceedings*, pp.115-122 (1998).
- [DeRose 98] DeRose, T., Kass, M. and Truong, T.: Subdivision Surfaces in Character Animation, *SIGGRAPH98 Conference Proceedings*, pp.85-94 (1998).
- [Foley 89] Foley, J.D., van Dam, A., Feiner, S.K. and Hughes, J.F.: *Computer Graphics - Principles and Practice*, Addison-Wesley, Reading MA (1989).
- [Gooch 98] Gooch, A., Gooch, B., Shirley, P. and Cohen, E.: A Non-Photorealistic Lighting Model For Automatic Technical Illustration, *SIGGRAPH98 Conference Proceedings*, pp.447-452 (1998).
- [Jensen 98] Jensen, H. W. and Christensen, P. H.: Efficient Simulation of Light Transport in Scenes with Participating Media using Photon Maps, *SIGGRAPH98 Conference Proceedings*, pp.311-320 (1998).
- [Pighin 98] Pighin, F., Hecker, J., Lischinski, D., Szeliski, R. and Salesin, D.: Synthesizing Realistic Facial Expressions from Photographs, *SIGGRAPH98 Conference Proceedings*, pp.75-84 (1998).
- [Yu 98] Yu, Y. and Malik, J.: Recovering Photometric Properties of Architectural Scenes from Photographs, *SIGGRAPH98 Conference Proceedings*, pp.207-217 (1998).

参考 URL

- 1) <http://www.eml.hiroshima-u.ac.jp/~nis/siggraph.html>
- 2) <http://www.math.utah.edu/ftp/pub/tex/bib/toc/siggraph.html>
- 3) <http://www.sowa.is.uec.ac.jp/~yamauchi/research/cg-links.shtml>
- 4) <http://www9.informatik.uni-erlangen.de/eng/research/rendering/displacement/>
- 5) <http://www.cs.cuhk.hk/~ttwong/researcher.html>
- 6) <http://www.eml.hiroshima-u.ac.jp/~nis/cglinkj.html>
- 7) <http://www.imagica.com/nomad/sig98/index.shtml>
- 8) <http://www.ipsj.or.jp/magazine/3912.html>

(平成10年10月2日受付)