

コンピュータグラフィクス導入のための一試行

東北工業大学 佐藤仁一朗

要旨：さきに、東北工業大学 3 年次学生に開講された「科学技術論」で講義した「コンピュータグラフィクスに関する研究例」¹⁾を報告した。本論は、2003 年 9 月の 1 年次開講「図学」の第一日目の授業で、コンピュータグラフィクスの研究例の紹介をした報告である。教育環境・その講義内容・受講学生の授業評価などである。受講学生は東北工業大学電子工学科 1 年生 158 名、授業は二ツ沢キャンパス情報処理教育センターで実施した。

キーワード：コンピュータグラフィクス・非写実的表現・イラストレーション・モルフォロジー演算・三角形マッピング・3 次元形状測定・CAD・復元図・授業評価

1. はじめに

日本図学会では図学の学問分野の位置づけの明確化と図学教育の充実をはかるための情報を収集することを目的として、教育の実情を調査すべくアンケートを実施²⁾し現在集計中である。Graphic Science は Ivan E. Sutherland が ten unsolved problem³⁾を研究報告して以来多くの研究の関心を集め急速に展開をみた分野であり、図的表現法が図学以外の学問で広く利用されるようになった。コンピュータグラフィクスが多くの学問分野で利用され、学問の推進と発展にはコンピュータグラフィクスは有用な手段と認知され、学問の領域をとわずデータの視覚化が広範囲におこなわれ、その利用方法が研究成果を左右するようになった。このような状況から、コンピュータグラフィクスを専門領域と考える情報処理学会はコンピュータグラフィクスの発展に寄与すべく、「情報処理学会グラフィクスと CAD 研究会」で発表された論文のなかから優れた論文に、優秀研究発表賞を授与し顕彰している。上述したように研究推進に多くの貢献が期待できる Graphics Science である図学とその関連科目は大学の教育科目に不可欠であり教育内容が重要な意味を持つ。一方、東北工業大学電子工学科の Graphic Science と考えられる教科の開講科目は「製図」と「図学」のみである。製図は 1 年前期 1 単位必修で、JIS の解説と入門的 manual training であり、一方、「図学」は 1 年後期 1 単位選択で、Monge 図学の解説と Visual Basic を用いた簡単な図形描画方法でこれは図学入門であり、コンピュータグラフィクスを理解し利用できるまでに至っていない。

2. 製図と図学

2. 1 製図と図学の達成目標

授業の達成目標はシラバス⁴⁾ につきのように記載されている。

製図：製図の基礎的な知識について課題を通して修得する。

図学：Gaspard Monge 図学の基礎理論を理解し、Visual Basic を用いた基本作図が描画できるようになる。

2. 2 製図と図学の授業内容

製図と図学の授業内容はおよそつぎのとおり。

2. 2. 1 製図

製図について

基礎となる図法

寸法記入法

円線図法

2. 2. 2 図学

Visual Basic の基礎

図学の基礎

画像処理入門

3. 図学の授業

従来、授業第一日目は図学の基本的な考え方・図学の授業内容の紹介・図学の応用の紹介と簡単な解説・評価方法・授業に必要とするもの・自己紹介を兼ねた授業者と図学のかかわりなど授業のオリエンテーションであった。今年度の受講者にはこれら授業内容は次回の授業でガイダンスする旨述べた。

今年度は受講者の図学に対する興味と関心を喚起することを期待し、日本図学会で研究報告された最新でかつ広範な応用が期待できると考えられるいくつかの研究報告を、研究の基本的理念と今後の期待される応用面並びに研究の発展の可能性について概説した。つぎに実施した第一日目の図学授業について述べる。

講義は概要を記述した3ページの資料を授業のはじめにあらかじめ配布した。配布した資料の内容は以下のとおり。

コンピュータグラフィクスとは

最近の研究例 5例

実写画像をもとにしたイラストレーションの生成手法

視線上の区間を利用したモルフォロジー演算適用物体の可視化

三角形マッピングのアルゴリズム

図学的手法を用いた3次元形状測定—義足ソケットへの適用

古建築の実測調査とCADによる復元図作成

参考文献

参考図書

はじめにテーマ設定の意義として、「工学を学び将来その発展と推進に携わる場合、研究開発或いは新製品の性能検査を有効にその可能性を試験しデータの解析をする場合、データの視覚化或いは製品のモデル化または可能性を確かめる場合、コンピュータグラフィックスの手法はききわめて重要な手段と考えられる。「図学」の第一日目に、図学はどのような授業なのかを理解するうえからも現在の新しい研究成果を解説し、CGの一端に触れることは将来、どのような産業に進路を求めたとしても必要かつ重要な手段であり、学ぶ価値あると考える」とした。

つぎに、コンピュータグラフィックスの定義について説明した。「コンピュータで画像を生成することであり、2次元CGでは画面上でのペインティング、写真画像を取りこんでのイメージ処理などがある。3次元の場合はオブジェクトをコンピュータ内に構築しオブジェクトの色や質感、照明やアングルを自由に設定し画像を作成できる。その手法としてレイトレーシングやシェーディングなどが使われる。人間の視覚にわかりやすいグラフィックス表示するビジュアライゼーション或いはシミュレーションによく用いられる」と説明した。

コンピュータグラフィックスの定義の説明で用いた用語や研究例に使われている、ペイント・ペイントソフト・レイトレーシング・シェーディングについては、初めて聞く学生もいることを考え、教卓上にあるパーソナルコンピュータ並びに資料提示装置と学生の手元に接続されたテレビモニターを用い、図例などにより説明し、更に用語辞典^{5) 6) 7) 8)}を提示した。

はじめの研究事例は埼玉大学工学部システム工学科濱崎雄介さんと近藤邦雄先生の共同研究による「実写画像をもとにしたイラストレーションの生成手法」⁹⁾である。提供していただいた資料をもとに、「元となる画像の特徴理解に主軸をおき、人の視覚・心理的特性・絵画の見方・描き方を参考にし画像の特徴を把握した。つぎにその特徴の描画方法に着目し、画像の構成物の強調がよりわかり易い、領域による描画を用いた手法を提案している。二次元画像からの特徴を残しつつ、画像の構成要素をより強調した非写実的画像を生成することを試みている」と資料提示装置などを用いて説明した。

つぎの研究事例は神奈川工科大学佐藤尚先生の「視線上の区間を利用したモルフォロジー演算適用物体の可視化」¹⁰⁾である。提供していただいた資料をもとに「CG製作の物体形状を表現するためポリゴンモデルを利用する場合がある。この場合モルフォロジー演算適用物体の可視化を行うが擬似的に表示する手法がある。しかし適応順序や計算時間に欠点がある。本論では物体同士の集合演算を数直線上の区間の両端で集合演算することによりこれら課題解決の提案をしている」と解説した。モルフォロジーとポリゴンを資料提示装置などを用い詳述した。

つぎにいわき明星大学高三徳先生の「三角形マッピングのアルゴリズム」¹¹⁾について説明した。この研究は提供していただいた資料をもとにつぎのように説明した。「三角形化はCG・CAD・CAE・CAMで3次元物体の表面をポリゴンで表現する方法の1つである。この研究は三角形内の点のマッピングに注目した。二重線分比例法および面積比例法二つのマッピングアルゴリズムを提案した。このアルゴリズムは3Dアニメーションにも応用できる。」マッピングについて資料提示装置を用い説明した。

つぎに大阪電気通信大学西原一嘉先生の「図学的手法を用いた3次元形状測定—義足ソケットへの適用」¹²⁾についてつぎのように解説した。「透視図の消点三角形よりカメラ位置を直接求める方法を開発し、大腿義足のソケットCADのための断端部の3次元形状の計測への適用である。オーバーヘッドプロジェクターの投影線の交点をマーカーとして用いる工夫をしている。」

つぎに著者らの「古建築の実測調査とCADによる復元図作成」¹³⁾についてつぎのように解説した。「CADシステム導入の有効性を示す1つの事例としてパソコン対応の3次元汎用CADシステムAutoCADを用いた。建物を実測し図面化する作業の場合、模型などによらなければ容易に理解できない部材の複雑な組み立て順序などをビジュアル表現している。」

4. 受講学生の授業評価

受講学生の授業評価は授業終了直後に試みた。その結果は以下のとおり。なおアンケートは記名で出欠確認も兼ねた。

4.1 授業全体について

説明の方法	よい	20.9%	普通	74.1%	悪い	5%
-------	----	-------	----	-------	----	----

授業のペース	よい	16.5	普通	69	早すぎる	14.5
授業者の熱意	ある	46.2	普通	53.2	ない	0.6
OHOなどは	役立った	39.2	普通	59.5	役立たない	1.3
配布物	役立った	40.5	普通	57	役立たない	2.5
テーマの多少	丁度よい	24.7	普通	66.5	多すぎ	8.8
将来役立つか	役立つ	53.2	普通	43.7	役立たない	3.1
学習意欲	わいた	35.4	普通	62.7	わかない	1.9
興味の程度	興味を持った	51.9	普通	44.3	もたない	3.8
授業の程度	難しい	45	普通	54.4	やさしすぎ	0.6

4. 2 テーマについて

テーマA	興味	ある	55.1%	普通	39.2%	ない	5.7%
テーマB	興味	ある	29.1	普通	62	ない	8.9
テーマC	興味	ある	35.4	普通	55.7	ない	8.9
テーマD	興味	ある	33.6	普通	58.2	ない	8.2
テーマE	興味	ある	42.4	普通	43	ない	4.6

4. 3 その他自由記述

技術的なことは知らないので勉強したい。見えにくい図があった。
より重要なことを教えてほしい。授業をやさしく進めてほしい。
初歩的なことから進めてほしい。参考図書が多すぎてこまる。
いろいろなことを教えてほしい。

5. 今後の展望

今年度より図学授業の第一日目に、図学とコンピュータグラフィックスの関係と図学を学ぶ必要性を理解することを期待し、コンピュータグラフィックスの研究例として5テーマについて紹介したが、さらに多くのテーマを紹介したい。そのためには多くの先生方にご協力をお願いするとともに授業方法にも一層の工夫を必要とする。授業方法の改善は学生への授業教材提示方法と教材作成の工夫と改善を要する。授業で紹介した5つのテーマは受講者により興味の度合いの違いが見られた。5つのテーマのうちテーマAが特に興味があったものと考えられる。このように学生の興味がある研究例を紹介することが、授業「図学」の受講姿勢に大きな影響力があるものと考えられ、授業内容を定める重要な要素になるものと考えられる。テーマA以外の4つのテーマにはそれぞれ優劣はないものと考えられる。授業全体としては教材提示方法並びに配布物は授業内容理解に役立ち授業者の熱意を感じ、コンピュータグラフィックスに興味を

もったものと考えられる。これらは授業方法の工夫と改善により向上させなければならない。授業内容として将来役立つ内容であると学生は考え、授業に興味を持ったものと考えられる。授業内容の難易と授業進度の整合性が今後の課題である。

6. 謝辞

本報告の講義「コンピュータグラフィックスの研究例」は下記の先生方による研究資料の提供により行うことができました。授業教材のため貴重な研究資料を提供くださいました埼玉大学工学部システム工学科 濱崎雄介先生、近藤邦雄先生、神奈川工科大学 佐藤尚先生、いわき明星大学 高三徳先生、五十嵐三武郎先生、桜井俊明先生、大阪電気通信大学 西原一嘉先生、西原小百合先生、関西大学 大西道一先生に、感謝申し上げます。

参考文献

- 1) 佐藤仁一朗；コンピュータグラフィックスに関する研究例、2002年度日本図学会東北支部講演会、東北支部講演会前刷り、2003.3.24.
- 2) 面出和子；図学および図的表現法の教育に関する実情調査（アンケート）へのご協力お願い、日本図学会図学調査委員会、2002.10.30.
- 3) Ivan E. Sutherland; ten unsolved problem, COMPUTER GRAPHICS, DATAMATION, pp22-27, May 1966.
- 4) 東北工業大学教務委員会；平成15年度シラバス／授業要綱、東北工業大学、平成15年度4月.
- 5) 日経パソコン編集；日経パソコン用語辞典、日経BP社、2001.9.19.
- 6) 秀和システム第一出版編集部；標準パソコン用語辞典、株式会社秀和システム、2001.8.6.
- 7) 武藤一夫；実用CAD/CAM用語辞典、日刊工業新聞社、1998.6.19
- 8) エクスメディア；2003・2004超図解パソコン用語辞典、株式会社エクスメディア、2002.9.26.
- 9) 濱崎雄介・近藤邦雄；実写画像をもとにしたイラストレーションの生成手法、日本図学会2003年度大会学術講演論文集、日本図学会、2003.5
- 10) 佐藤尚；視線上の区間を利用したモルフォロジー演算適用物体の可視化、2002年度大会（中部）学術講演論文集 pp49-54、日本図学会、2002.5.
- 11) 高三徳、五十嵐三武郎、桜井俊明；三角形マッピングのアルゴリズム、2002年度大会（中部）学術講演論文集 pp85-90、日本図学会、2002.5.
- 12) 西原一嘉、大西道一、西原小百合；図学的手法を用いた3次元形状測定一義足ソケットへの適用、2002年度大会（中部）学術講演論文集、

pp139-142、日本図学会、2002.5.

- 1 3) 井野智、佐藤仁一朗、川田孝之、植松武是；古建築の実測調査と CAD による復元図作成、1996 年度大会 (九州) 学術講演論文集、pp24-29、日本図学会、1996.5.

付記：上記参考文献のほか、下記参考文献が学生に配布した授業資料に掲載されている。

- 1) 近藤邦雄、木村文彦、田嶋太郎；レンダリングのための対話型透視図手法、情報処理学会論文誌、第 29 巻第 8 号、情報処理学会、昭和 63 年 8 月.
- 2) 松田浩一、近藤邦雄、木村文彦；スケッチ情報を利用した手書きによる再分割曲面生成手法、情報処理学会論文誌、Vol.41, No.3, 2002.
- 3) 今橋浩樹、近藤邦雄、町田芳明；配色支援システム ‘彩’ (AYA) を用いた画像生成、日本図学会 2003 年度大会学術講演論文集、日本図学会、2003.5.
- 4) Kazuyoshi NNISHIMURA, Michikazu OHNISHI, Masanori YASUTOMI and Sayuri NISHIMURA; Measuring Measuring Method of Three Dimensional Object through Descriptive Geometry, Proceedings of 10th International Conference on Geometry and Graphics, 2002.7.
- 5) 佐藤仁一朗；余市乗念寺鐘楼門の透視図を用いた形態視実験 (第 5 報)、2001 年度日本図学会東北支部講演会前刷、2002.3.23.