

慶應 SFC におけるモデリング教育

脇田 玲[†] 千代倉 弘明[†] 三浦 憲二郎[‡] 金井 崇[†]

[†]慶應義塾大学 環境情報学部

[‡]静岡大学 工学部機械工学科

[†]{wakita, chiyo, kanai}@sfc.keio.ac.jp

[‡]ktmiura@eng.shizuoka.ac.jp

本稿では、慶應義塾大学湘南藤沢キャンパス(SFC)における形状モデリング教育について報告する。入門教育では、簡易的な 3D モデラによる形状モデリングとそのモデリングデータを利用した 3D プログラミングを行う。実習形式の講義を通して、コンテンツ作成とプログラミングの習得を目指す。専門教育では、曲線曲面理論の講義と Web3D コンテンツの作成を行う。前者では、形状モデリングにおける数学的背景の理解を目的としており、後者では、実践的なコンテンツ作成プロセスの習得を目的としている。また、教育の IT 化プロジェクトとして、海外教育機関との遠隔講義の試みと、WWW を利用した統一的講義システムについても報告する。

Geometric Modeling Educations in Keio SFC

Akira Wakita[†] Hiroaki Chiyokura[†] Kenjiro T. Miura[‡] Takashi Kanai[†]

[†]Faculty of Environmental Information, Keio University

[‡]Department of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering, Shizuoka University

In this paper, we report how we teach geometric modeling in Shonan Fujisawa Campus, Keio University. Geometric modeling education consists of two parts, that is primer courses and specialized courses. In primer course, students learn how to model 3D objects and how to utilize these 3D objects in graphics programming. The purpose of primer courses is to train developing skills and content creation skills. In specialized courses, students learn mathematical background about curves and surfaces. They also learn how to develop web3d contents. The purpose of these courses is to master the process of practical contents developments. We also report a web-based learning system used in the above courses.

1. はじめに

本稿では、慶應義塾大学 SFC (湘南藤沢キャンパス) のモデリング教育の様々な試みと現状について報告する。SFC では様々な視点からの CG/CAD 教育が行われているが、本稿では特にモデリングを中心とした講義の詳細について述べる。モデリング関連の講義は入門教育と専門教育に分かれており、全体を通して 3 次元 CAD/CG の深い知識と高度な技術が身につけられるような工夫がなされている。また、これらの講義は遠隔教育システムを介して配信されており、時間と空間の制約を越えた新しい授業のプロトタイプとしての試みでもある。

2. 入門教育

SFC におけるモデリングの入門教育は、「グラフィックスプログラミング」という科目として、学部 1 年生を対象に開講している。この科目は履修することが必須であるプログラミング入門科目の 1 つであり、C 言語による 3D グラフィックスを通してプログラミングの基礎とコンテンツ作成のプロセスが学習できるようになっている。講義は 3D/2D プログラミングと 3D モデリングの 2 部構成になっている。これらは相互に有機的にリンクした構成になっており、モデリングデータを利用したプログラミングを実現することが最終的な目標となっている。

2.1 2Dプログラミング

プログラミングには SGL(SFC Graphics Library)という OpenGL の上位ライブラリを利用して、プログラミングのエッセンスのみを効果的に学習できるようにしている。図 1 に SGL によるサンプルソースを示す。SGL は 2D と 3D の両方のプログラミングが可能であり、講義前半では、2D による線分、2 次曲線の描画を行う。一般的なプログラミング学習ではテキストベースであることが多いが、学生の意欲向上と学習効果を考慮して、グラフィックスを前面に押し出したプログラミング入門を実践している。

```
// 立方体を描画するプログラム
#include <stdio.h>
#include "sfogl.h"

void display()
{
    BGCOLOR(0, 0, 0);
    DrawCube(1.0);
    SGSwapFrames();
}

int main(int argc, char** argv)
{
    SGLInit(argc, argv);
    SGLOpenWindow(0,0,200,200);
    SG3DMode();
    WireFrameMode();

    SGSetDisplay(display);
    SGLCallBack();
    return 0;
}
```

図 1 : SGL のサンプルコード

2.2 3Dプログラミング

講義の後半では 3D のプログラミングを行う。3 次元空間での線分の描画に始まり、ポリゴンの描画、マテリアルの管理、キーボードイベントやマウスイベントによる双方向処理について学習する。最終的には、次節で述べる 3D モデリングの成果を Wavefront フォーマットとして読み込み、3D アニメーションのプログラミングを実現することを目標に

している。SGL では図 2 に示すような、Catmull-Clark の細分割曲面[1]がサポートされており、次節で述べるラティス構造[2]を擬似的に丸めた曲面形状を表示することが可能である。

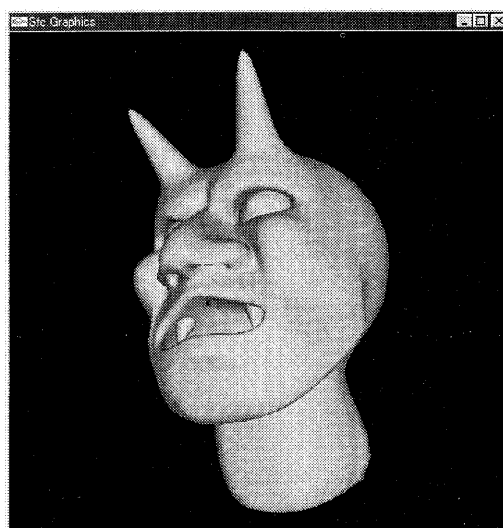


図 2 : SGL での細分割曲面表示

2.3 3Dモデリング

3D モデリングにはラティス・テクノロジー社のラティスデザイナー[3]を利用している。ラティスデザイナーから出力される XVL ファイルはそのまま Web3D[4]データとして利用できるように、コンテンツ作成のプロセスを学習する際に便利である。ラティスデザイナーでは細分割曲面に類似しているラティス構造を用いており、容易な操作で自由曲面モデリングを実現することが可能である。さらに、コマンド数が少なく直感的なモデリングが可能であるために、3D モデリングの導入ツールとして適している。モデリングしたラティス構造のデータは、SGL でのグラフィックスプログラミングでも利用することにより、コンテンツ作成のプロセスを効果的に学習できるようになっている。図 3 に学生によるモデリング例を示す。

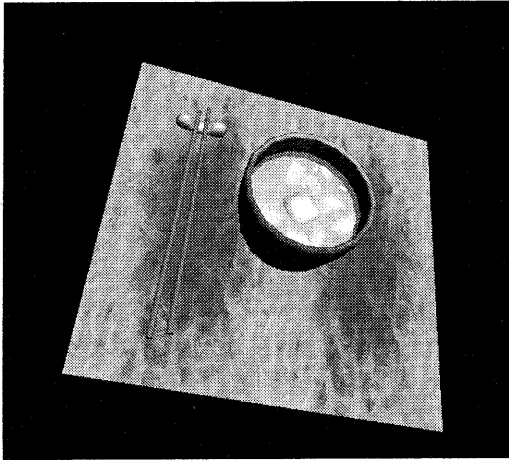


図 3 : 学生による 3D モデリング例

3. 専門教育

専門教育では、3D モデリングの数学的な背景知識の取得と、それを前提としたコンテンツ作成を実践している。これらの講義は学部生のみならず大学院生にも公開されており、3次元 CG が専門でない学生にも理解できるような講義を行っている。これは SFC の教育理念が、諸科学横断的な新しい研究分野の構築であることに起因する。

「CG モデリング」では、3D モデリングシステムの背景にある曲線・曲面理論の講義とプログラミングを行う。「3D システム構成論」では、XVL Player を用いた Web3D コンテンツの作成を行う。

3.1 CG モデリング

この講義では、3D ソフトウェアの背景にある曲線・曲面理論の数学的知識の取得を目標にしている。具体的には、3次 Bézier 曲線と B-Spline 曲線、双 3 次 Bézier 曲面と NURBS の数学的理論の講義と、SGL によるプログラミング実習を行う。プログラミングでは、図 4 に示すようにインタラクティブな操作によって制御点を移動することで、曲線・曲面の仕組みだけではなく、その特性について理解することも目標にしている。

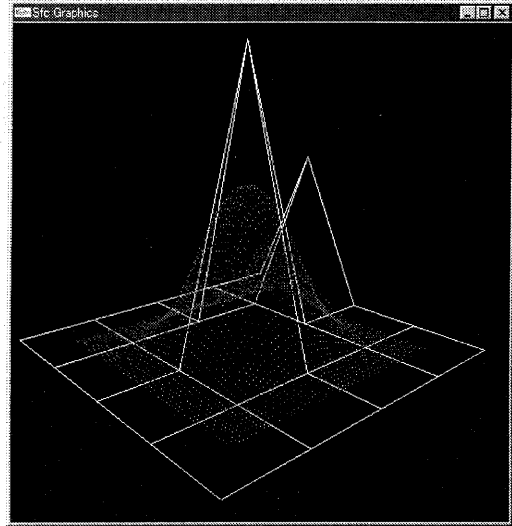


図 4 : インタラクティブな曲面表示プログラム

3.1 3D システム構成論

この講義では、Web3D コンテンツの作成を通して、3D ソフトウェアの仕組みとコンテンツ作成のプロセスについて学習する。「CG モデリング」で学習した曲線・曲面理論の背景知識を前提とした上で、様々な 3D ソフトウェアに触れることで、システムの背景にある設計方針についても考察することが可能になる。

Web3D コンテンツ作成は、ラティスデザイナーによる 3D モデリングと、XVL Player[5] によるスクリプトプログラミングの 2 部構成になっている。ラティスデザイナーによって出力される XVL データに、図 6 に示すような ECMA Script によってアニメーションを付加し、WWW に公開することが目標である。XVL Player は DHTML(HTML + DOM + CSS + ECMA Script)によってアニメーションプログラミングを行うため、様々なシステム構成を理解した上でのコンテンツ作成能力を養成することに適している。図 5 に学生による Web3D コンテンツの例を示す。

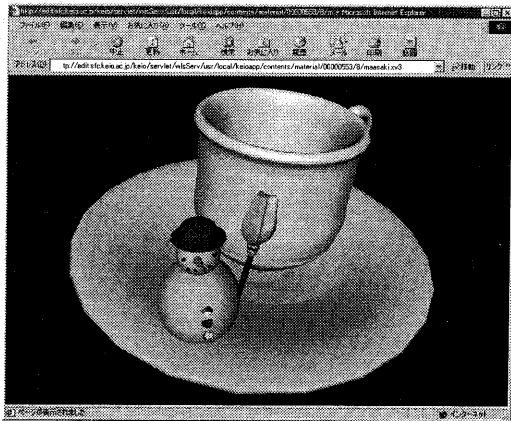


図5: XVL Player による Web3D コンテンツ

```
<SCRIPT for = "XVLPlayer"
event = "OnXvlGroupPick (obj, name)"
language = "Javascript" >
  obj.moveTo(0.0, 1.0, 0.0);
  obj.visibility = false;
</SCRIPT>
```

図6: XVL のスクリプトプログラミング例

4. WLS

WLS(Web Learning System)は、WWW を介して講義資料を統一的に管理するシステムである。LOD(Learning on Demand)を実現するためのシステムで、毎回の講義資料にアクセスすることや、課題をアップロードすることができる。WLS は以下の利点がある。

1. 教材管理の効率化
2. 課題管理の効率化
3. 自学自習環境の提供

1 つめの利点は、教材管理の効率化である。WLS では各回の教材を用意して Web ページ

を介して登録するだけで、教材管理を自動的に行うことが可能である。これにより教員と TA の負担を大幅に軽減することが可能になる。また、講義間で教材を共有することや、過去の教材アーカイブを利用することも可能である。2 つ目の利点は、提出課題を効率的に管理することができる点である。課題の提出状況を確認することも容易であり、評価の労力を軽減することが可能になる。3 つ目の利点は、学生への自学自習環境の提供である。学生はいつでもどこでも、教材にアクセスし課題を提出することができるために、時間と空間の制約を越えた学習環境を実現することができる。

WLS は試験運用の段階であるが、SFC における CAD/CG 関連の講義では積極的に WLS を用いることで、効果的な講義についての試みを進めている。

5. 遠隔講義

入門科目である「グラフィックスプログラミング」は海外の教育機関との遠隔教育でも利用されている。現在は、タイのチュラロンコン大学との遠隔講義において、正式科目として利用されており、教材と課題の管理は WLS によって行われている。講義内容は全て Microsoft Power Point のファイルとしてまとめられており、実際の講義のムービーファイルもストリーミングで提供されている。

6. 授業評価

以上のように、SFC ではモデリング教育についての様々な実験的な試みが行われているが、これらの評価として、科目を履修している全ての学生に対して、授業評価を行っている。授業評価は、全ての講義について共通のフォーマットで行われており、無記名で提出された評価結果は教員にそのままフィードバックされるようになっている。

7. 結論と展望

本稿では、慶應 SFC におけるモデリング教育について報告した。入門教育では、モデリングデータを利用したプログラミング実習を行うことで、コンテンツ作成プロセスでのモデリングの位置付けを明確にすることの試みについて報告した。専門教育では、数学的な背景を理解した上でのコンテンツ作成を実践することにより、ソフトウェア構成の背景を理解した上での作業の重要性を伝える試みを進めている。これらの講義は全て WWW 上のオンラインシステム上で公開されており、より効率的な講義と課題管理を可能にしている。

今後は、WLS との連携を高めたオンライン学習環境の高度化と遠隔講義教材の充実に努めていきたい。

参考文献

- [1] E. Catmull and J. Clark, Recursively generated B-spline surfaces on arbitrary topological meshes. *Computer-Aided Design* 10 (Sept. 1978), pp.350-355, 1978.
- [2] A. Wakita, M. Yajima, T. Harada, H. Toriya, H. Chiyokura, XVL : A Compact and Qualified 3D Representation with Lattice Mesh and Surface for the Internet, *ACM Web3D-VRML 2000*, pp.45-51, 2000.
- [3] ラティスデザイナー、ラティス・テクノロジー株式会社、<http://www.xvl3d.com/j/product/indexh.htm>, 2002.
- [4] 脇田 玲、Web3D*の最前線、「情報処理」vol.42, No.2, pp167-172, 情報処理学会, 2001.
- [5] XVL Player、ラティス・テクノロジー株式会社、<http://www.xvl3d.com/j/support/player/main.htm>, 2002.