

並列レンダリング処理システムを活用した 教育プロジェクトの実施報告

畑中雅彦

室蘭工業大学情報工学科

3D-CG ソフトウェア POV-Ray と並列処理システム PVM から成る並列レンダリングシステム PVM-POV を活用し、「仮想的な本学情報工学科棟構築と多様な CG 画像作成」を課題とした研究室単位の小規模な自主教育プロジェクト Project-VR を、2002 年度から継続的に行ってきた。対象学生は、研究室に仮配属された情報工学科の学部 3 年生が中心で、グループの活動を自ら計画・管理しながら課題を達成してきた。今回、5 年間にわたる実施経過をまとめ、Problem-Based Learning の観点から考察したので報告する。

キーワード：自主教育プロジェクト、PBL、CG レンダリング、PVM-POV

A Self-reliance Student Education Project using with Parallel Rendering System

Masahiko HATANAKA

Muroran Institute of Technology

I have been carrying a self-reliance student education project since 2002. In this project, students planned and managed their own progress of work to create several CG images and movies of their college building using with parallel rendering system. In this article, I report progress of the education project for five years and summarize the fruits of this project from the viewpoint of Problem-Based Learning.

Keyword: PBL, CG rendering, POV-Ray, Parallel Virtual Machine

- 1 はじめに Learning) などの新しいタイプの授業科目の
大学教育において、PBL (Problem-Based Learning) 開設が話題になっている。私は PBL の試行

をめざし、授業「情報工学ゼミナール」の一環として当研究室へ仮配属された学部3年生および短期インターンシップとして当研究室で受け入れた高専生を主な対象に、情報工学科棟を3D-CGにより仮想的に構築する教育プロジェクト (Project-VR) を2002年度から継続的に行ってきた。

今回、5年間におけるこの教育プロジェクトの実施状況をまとめ、PBLの観点から考察したので報告する。

2 授業形態と本教育プロジェクトの関係

情報工学ゼミナールは、学部3年時後期2教時15週の授業で、各研究室に5～6名が仮配属される。当研究室の授業課題として、前半7週間を各自が使用するPC環境の設定実習 (フリーのPC-UNIXであるFreeBSD¹⁾のインストールとネットワークを含む各種環境設定) を、後半8週間を設定したPCへのフリーのレンダリングソフトPOV-Ray²⁾の導入とレイトレーシング法の学習および単純オブジェクトのCG作成の実習とした。POV-Rayでは、通常のプログラミング実習と同じように、テキストエディタでシーンファイル用ソースコードを作成してレンダリングを実行する。

仮配属の学生には、(1). 情報工学ゼミナールの授業時間内では十分なCG作成実習ができないこと、(2). 大規模なCG制作として仮想情報工学科棟構築の教育プロジェクト (Project-VR)³⁾があることを説明し、授業単

位取得とは無関係な本プロジェクトへの参加を呼びかけた。また、このプロジェクトのCG作成に当たっては、建物新営工事時の図面を利用するが改修部分も多く、巻尺・分度器やデジカメ等を使った現物調査も必要になることも説明した。

インターンシップ生 (高専4年生) に対しては、Windows PC上にインストール済みのPOV-Rayを用いて、4日間または8日間のスケジュールで本プロジェクトに関わる小規模な3D-CG制作実習を行った。

3 大規模レンダリングの実行環境

本プロジェクトの継続的な進展に伴い、高解像度CG画像やCG動画などの制作時に大規模なレンダリング処理が生ずる。

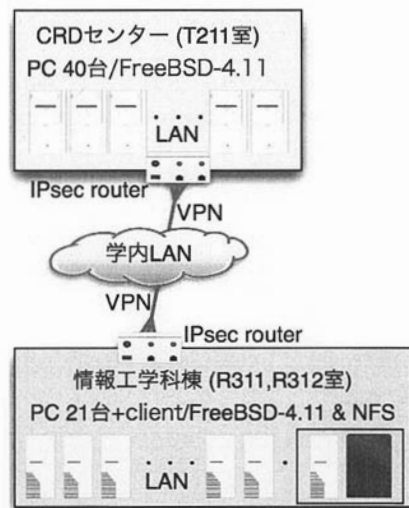


図1. 並列レンダリングシステムの構成図



図2. CRDセンターに配置したPC群 (一部)

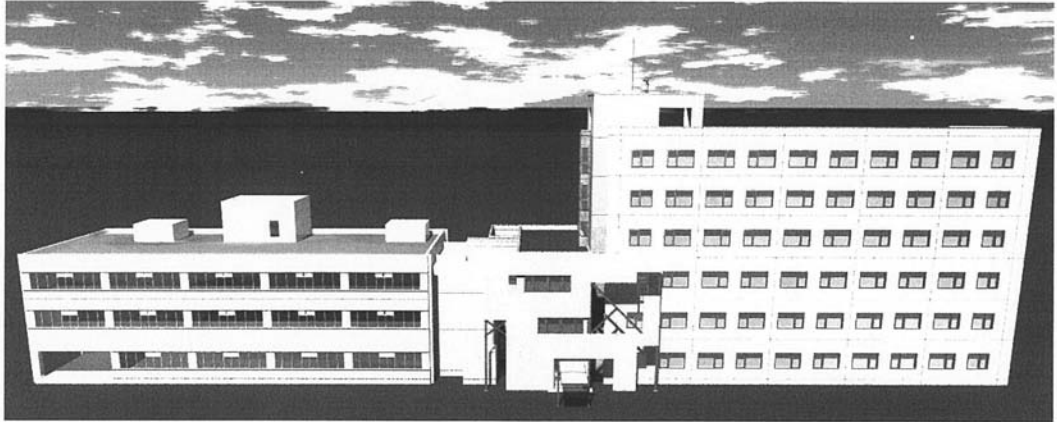


図3. 南から見た情報工学科棟正面（左側がR棟で右側がV棟）

このため、ネットワーク並列処理システム PVM^{4), 5)} および PVM patch for POV-Ray を利用した並列レンダリングシステムを用意した^{6), 7), 8)}。本システムは、分散配置された60台~85台のPC群からなるが、その基本構成図を図1に、PC群の一部を撮影した写真を図2に示す。

4 本プロジェクト実施経過

2002年度から2006年度まで、当研究室に仮配属された3年生全員（計22名）が本プロジェクトに自主参加した。学生が費やした本プロジェクトのための実質作業時間は、毎土曜日12時間程度で8週間ぐらいと平日夕方から4時間程度で15日間ほどで、合わせて150時間以上になった。教員または大学院生・卒研学生立ち会いの下、この期間学生に開放していた当研究室において作業が行われた。

また、'03年度から'05年度の3年間、苫小牧高専からのインターンシップ生が各1名（計3名）参加した。さらに、情報工学科1年生が'05年度に1名、'06年度には5名、本プロジェクトに参加した。

各年度における本プロジェクトの進行状況を、仮想情報工学科棟の整備・拡張の視点か

らまとめたものを、表1に示す。

表1. プロジェクトの実施経過

年度	作成した対象
'02	R棟とV棟の外観（外壁・屋上）のレンダリング（図3参照）および動画の作成
'03	R棟内部（廊下・階段）のレンダリング（図4参照）および動画の作成、レンダリング処理の並列化 ⁶⁾
'04	建物内部（R棟玄関、V棟3階廊下）のレンダリング
'05	建物内部（V棟1,2階の廊下、階段、玄関、V棟-R棟連結部）のレンダリングおよび動画の作成、ステレオ視用の動画作成 ⁹⁾
'06	建物内部（V棟3-6階の廊下、階段、プレゼンテーションルームの内部）のレンダリング（図5参照）および動画の作成



図4 R棟内部のCG画像例（階段室）



図5. プレゼンテーションルーム内部のCG画像

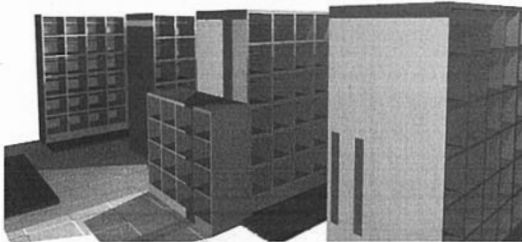
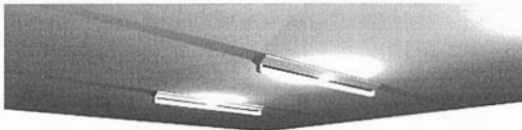


図6. R棟1階の学生玄関内部CG画像

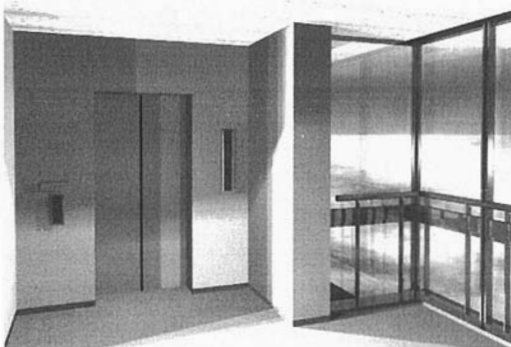


図7. V棟4階のエレベータホールのCG画像

本プロジェクトで作成されたCG画像例を、図3～図7に示す。

大規模レンダリングの実施例としては、デモンストレーション発表のために、情報工学科棟内部の廊下や階段を歩くステレオ視動画用のCG画像を作成がある⁹⁾。これは、ステレオシャッターめがねで立体視可能な動画で、画像サイズは640*480ピクセル、左右両眼用にそれぞれ2,000枚程度ずつのCG画像を作成した。右目用全CG画像は、61台のPCからなる並列システムを24時間連続稼働させて一気に自動生成させたが、処理終了まで1週間かかった。この後続けて、左目用の画像を同じように1週間かけて生成した。

3名のインターンシップ生は、学科看板、学生玄関の靴箱（図6参照）およびエレベータ（図7参照）の作成などを行った。

5 本プロジェクトの教育効果について

本プロジェクトの運用は、以下に示す形態で行われた。

1). 各グループ発足時に、教員および先輩学生から過去に生成されたCG画像や動画およびシーンファイル用ソースコード等が紹介され、当該年度の大まかな開発目標について皆で協議して決める。

2). グループの具体的な目標設定や実行スケジュールの策定・作業分担などの検討・決定・変更は、参加学生自身で行う。

3). 各分担者が作成・確認したソースコードを、先輩学生の支援の下で既存のコードとマージして、並列レンダリングシステムにて最終結果CG画像を生成する。

4). 本学科の教員有志が行っている学生懇話会^{10), 11)}やデモンストレーション発表に特化した発表会AcaDemoS¹²⁾などを積極的に利用し、学生自身が成果報告を行う機会を提供する。また、POV-Rayの解説記事を含むProject-VRのホームページ^{注1)}を自主的に立

注1) <http://www.wil.csse.muroran-it.ac.jp/index.php?ProjectVR>

ち上げ、公開する。

PBL (Problem-Based Learning) の観点から本プロジェクトの教育効果を考えると、以下のようにまとめられる。

5-1. 現実的で重要な課題であったか？

シーンファイル作成のために、慣れ親しんでいたはずの建物を隅々まで注意深く調査・計測する作業過程を通して多くの発見があり、学生は興味を増幅させながら毎年熱心に取り組んでいた。また、作成されたCG画像の一部は、学科や研究室のホームページ・PR資料の素材として実際に使われてきており、学生も現実的な価値を認めていた。

生成されたCG画像とデジカメの撮影画像の比較により、その出来映えもソースコードの不具合も誰の目にも一見してわかるので、熱心にデバックを行っていたし、完了時の達成感も非常に大きい様子であった。

5-2. グループ活動の自己マネジメントは？

グループ発足時の具体的目標設定や実行スケジュール策定・作業分担の話し合いでは、譲り合い等もあったが、グループメンバーのみで一応の合意は形成されていた。プロジェクト開始から2ヶ月程度までの期間は、メンバー相互間の積極的な情報交換は少なく、各自が気ままにコーディング等の作業を行ったり、教員経由の調整を待望する姿勢が目についた。

しかし、各自のソースコードを順次マージするステージに入ると、同じオブジェクトに対するコードの二者択一や位置合わせの方法などの問題解決に向けて、各自がメンバー全員と積極的に情報交換するなど、グループとしてははっきりとしたマネジメント活動が出現した。この後の工程では、並列レンダリングシステムの利用のためのタイムシフト計画や成果報告のまとめ作業分担・発表分担も、

メンバーの学生のみで自発的にスムーズに調整するなど、全体として責任をもって行動していた。

5-3. 活動の自主性について

本プロジェクトの活動は、正規の授業時間ではない休日や夜間の時間帯に行われたものであり、かつ成績評価や単位取得とは無関係な自主的な行為である。教員や先輩学生がボランティアとしてメンバー学生の活動をサポートしていた影響も考えられるが、学生各自が自分たちの自由時間を調整し活動していた。分担責任の自覚に加えて、得られる高画質CG画像がもたらす達成感・満足感が協調と自主性を促したと考えている。

5-4. 問題点の認識と優先順位の検討

このプロジェクト課題では、レンダリング対象が年々増えていくので、シーンファイル用ソースコードが肥大化する。また、生成するCG画像の高解像度化とともに、動画の長編化をめざす傾向も自然に出てくる。これに伴いレンダリング処理量が急増し、毎年並列処理システムの性能強化が全く追いつかなくなる事態が生じた。作業開始当初はディテールの再現に情熱を傾けていた学生も、処理限界量を認識すると、メンバー全体で成果画像の質に関する優先順位を検討する活動に自発的に着手していた。この検討活動は毎年みられたが、優先順位に関する全員の完全な合意が得られていると判断できた例はなかった。

しかし、メンバー全体の成果を統一的な視点から把握し、問題点や対応法を模索することを毎年試みていた点は、特記したい。

5-5. 成果発表について

成果をまとめて発表を行ってから、プロジェクトの解散を行ってきた。発表は、ほぼ毎週開催されている学生懇話会¹¹⁾にて、まとめ

た内容を全員で分担発表する形式をとった。自分達の発表が予定されていたので、ほぼ全員が事前勉強を目的に懇話会に複数回参加し、卒研究生や大学院生の発表を聴講していた。

また、他学科の学生グループや他大学の非工学系の学生グループも参加するデモンストレーション発表会¹²⁾にも積極的に参加した^{8), 9)}。参加したメンバーは、多様な発表内容に刺激を受けたとの感想と、賞を受賞したことによる達成感に言及していた。

6 まとめ

研究室仮配属を伴う授業科目「情報工学ゼミナール」と関連付けて、学生5～6名からなる自主教育プロジェクトを継続的に行ってきた。少人数ではあるが、学生の自主性を引き出しながら行う教育プログラムの一実例にはなったと考えている。

勿論、当学科の他の研究室においても様々な教育的試みがなされており、これらの相互に評価を通して、新しい授業科目（情報工学PBL: システム開発演習や情報工学PBL: 表現技術など）が既に導入されている。

この教育プロジェクト (Project-VR) は、今年度で区切りをつけ、来年度以降は新たな課題と体制の下で活動を行う予定である。

参考文献

- 1). 衛藤, のだ, 細川, 他: 改訂版FreeBSD 徹底入門, pp.1-170 (2002), (株) 翔泳社
- 2). 小室: POV-Ray ではじめるレイトレーシング (改訂2版), pp.47-296 (1999), (株) アスキー
- 3). 畑中, 藤廣, 白井, 他: POV-Ray を用いた仮想情報工学科棟構築プロジェクトについて, 平成16年度開発技術研究会研究発表会, pp.21-22 (2004)
- 4). A. Geist, A. Beguelin, J. Dongarra, et al.: PVM: Parallel Virtual Machine - A Users' Guide and Tutorial for Networked Parallel Computing, pp.1-62 (1996) The MIT Press
- 5). 井尾, 畑中: Heterogeneous PVM system の構成について, 平成17年度開発技術研究会研究発表会, pp.7-8 (2005)
- 6). 藤廣, 本田, 畑中: 並列レンダリングプログラム PVMPOV の調査・検討, 平成15年度開発技術研究会研究発表会, p.53 (2003)
- 7). 畑中, 大橋, M. T. グエン: 並列分散レンダリングシステム PVM-POV の構築, 平成18年度開発技術研究会研究発表会, pp.29-30 (2006)
- 8). 吉田, 山田, 太田, 篠原: 並列レンダリング処理システム～総クロック100GHz超の世界～, AcaDemoS 2007 予稿集, pp.25-26 (2007)
- 9). 山田, 山本, 吉田, 篠原: 情報棟ステレオ視動画プロジェクト ProjectVR Evolution, AcaDemoS 2006 予稿集, pp.27-28 (2006)
- 10). 佐賀: 複数教員の多角的な指導による学生懇話会の試み, 開発技報, No.47, pp.37-42 (2004)
- 11). 畑中, 渡部, 本田, 他: 複数教員の多角的な指導による学生懇話会の試み (第2報), 開発技報, No.48, pp.49-56 (2005)
- 12). 佐賀, 倉重, 蓮井, 他: 学生による授業の枠をこえたデモンストレーション発表会の試み: AcaDemoS 2006, 平成18年度開発技術研究会研究発表会, pp.33-34 (2006)