

Ⅱ-9 高専におけるプログラミング教育の試みについて

佐藤 恒明* 宮本 裕** 鬼塚 信弘* 神田 聖***

Tsuneaki SATOH Yutaka MIYAMOTO Nobuhiro ONIZUKA Kiyoshi KANDA

【抄録】プログラミングへの関心を高めるために、グラフィックス・ライブラリを使用したC言語の関数群を用いてプログラムを作成し、照明を受ける木製歩道橋の動的表示の基礎的な検討をした。動的なシミュレーションに対して、作成したプログラムの有効性を確認し、学生のプログラミングへの関心を高めることができた。

【キーワード】プログラミング教育、木製歩道橋、照明、動的シミュレーション

1. はじめに

木更津高専の学園祭の企画として学生らによって製作された木製の吊橋や木製の斜張橋は、休日には周辺の子供達の遊び場として親しまれている(写真1)。これらの木製歩道橋を対象にして、学生のプログラミングへの関心を高めるために、Silicon Graphics 社の開発したOpenGL(グラフィックス・ライブラリ)というC言語の関数群を用いてプログラムを作成し、照明のコンピュータ・シミュレーションによって、照明効果を検討するとともに、橋の動的表示の基礎的な検討を行った。

2. 照明のシミュレーション手順

Silicon Graphics 社の開発した API(Application Programming Interface)である OpenGL^{1),2)}を用いた橋の立体表示手順を以下に示す。

- (1) 橋の三次元座標データを設計図と測量から求める。
- (2) 色やテクスチャ、視点位置、視界など OpenGL の各種初期設定を行う。
- (3) 読み込んだ三次元座標データから各部材の面の形状を描画する。ここで、ケーブルや円柱は、半径の値から八角柱の形状データに変換して擬似的に描画する。補遺に概要を記述した。
- (4) 上記の(1)～(3)の作業を繰り返して、木製歩道橋の立体表示を完成させる。
- (5) OpenGL に用意されているライティング機能を用いて光源処理を行う。まず、明確な光源位置を持たずに物体に対してあらゆる方向から均一に当たる光として、環境光を設定する。薄暗い自然界の光は、環境光で表現する。次に、光源位置を決めて、その位置



写真1 前庭の木製吊橋と木製斜張橋

から放射状あるいは直線状に光を出す拡散光を設定する。

- (6) OpenGL の機能を用いて、明るさや光の色を変えながら、照明のシミュレーションを行う。

3. プログラムのメイン部

作成したプログラムのメイン部について、行番号を付けて説明する。構造化プログラミング³⁾により、メイン部は簡潔に表現できる。

```

1 int main(int argc, char** argv){
2     glutInit(&argc, argv);
3     glutInitDisplayMode(GLUT_DOUBLE |
4         GLUT_RGB | GLUT_DEPTH);
5     glutInitWindowSize(1000, 500);
6     glutInitWindowPosition(200, 200);
7     glutCreateWindow("BridgeWave");
8     Oatof(filename);
9     my_init();
10    LoadASCII3DB();

```

* 木更津工業高等専門学校 環境都市工学科

〒292-0041 千葉県木更津市清見台東2-11-1 TEL 0438-30-4000

** 岩手大学工学部 建設環境工学科 TEL 019-621-6435

*** 神田建築工房 TEL 043-445-2767

```
10    glutDisplayFunc(draw);
11    glutReshapeFunc(init_gl_settings);
12    glutKeyboardFunc(keyboard);
13    glutIdleFunc(idle_func);
14    glutMainLoop();
15    return 0;
16 }
```

各行の内容を以下に示す.

- 1 メインプログラム部の関数 main の関数宣言と引数の型宣言
- 2 glut ライブラリの初期化
- 3 ディスプレイモードを初期化
- 4 ウィンドウサイズを設定
- 5 作成するウィンドウの位置を設定
- 6 ウィンドウのタイトルを BridgeWave とする.
- 7 関数 Oatof を実行
- 8 関数 my_init を実行
- 9 関数 LoadASCII3DB を実行
- 10 関数 draw を画面再描画用の関数として登録
- 11 関数 init_gl_settings をウィンドウのサイズ変更があったときに呼び出す関数として登録
- 12 関数 keyboard をキーボード入力があったときに呼び出す関数として登録
- 13 関数 idle_func を他に処理すべきイベントがない場合に行う関数として登録
- 14 イベント処理ループを行い、それぞれのイベントの種類に応じたコールバック関数の呼び出し
- 15 戻り値として0を返す.
- 16 関数 main の終了

この中で、特に重要なプログラムである関数 draw と LoadASCII3DB の内容が、表示の良し悪しを決めた.

4. 照明を受ける橋の動的シミュレーション

図1から図3に、木製斜張橋を立体表示し、スパン中央付近で床版を上下に揺らしたときの状況を示す. ここ

で、木製斜張橋の固有一次周期(約 0.4 秒)と、スパン中央で床版を上下に揺る周期が一致するように、人間を想定した外力を与えた. また、斜張橋に固有の動きを確認するため、負の反力を受ける桁端部の支点を取り除いた場合についてもシミュレーションを行い、図1から図3に示すように桁端が浮き上がる様子を再現できた.

オリジナルのプログラムの関数 draw 上で、振動時の床版やケーブルの各座標値は、多質点系の振動理論から振動一次モードを計算⁴⁾することによって、図4に示すように床版とケーブルの一体化動的表示ができた.

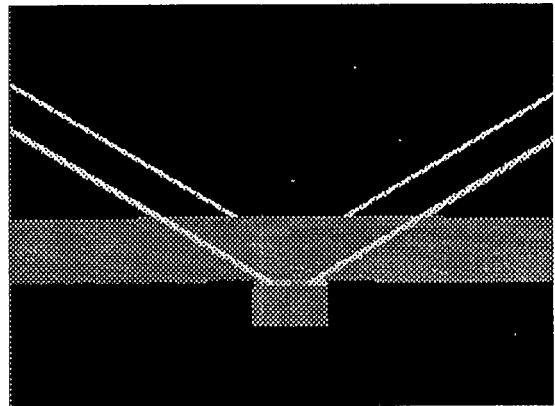


図4 一体化動的表示の確認

図5に木製吊橋の照明事例を示す. 吊橋や斜張橋では主塔の照明が橋の印象に与える影響が大きいため、主塔の上部に照明を当てた場合と、基部に当てた場合について、それぞれシミュレーションを行った. ここでは、主塔を構成する鋼管柱の基礎の周囲に、ライトをそれぞれ4個ずつ、合計8個配置している. OpenGL を用いた照明のシミュレーションは、ライトの位置や照らす方向を検討する手法として有効であることがわかる.

関数 keyboard の中では、キーボードからの入力によって、視点の上げ下げや移動、環境光やライトのオン・オフ、振動の有無を指定できるようにした. 視点を変更させて、吊橋の中を歩く人間から見える景色を動画ファイルに保存し、プレゼンテーションに活用した.

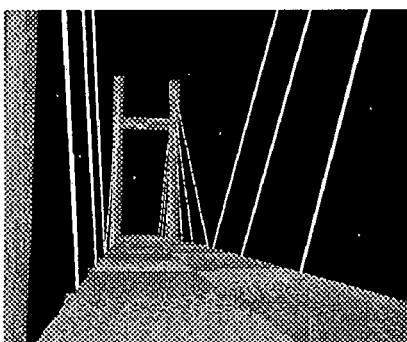


図1 桁端が静止の状態

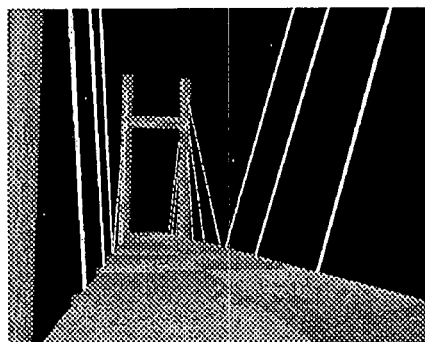


図2 桁端が上がり始める

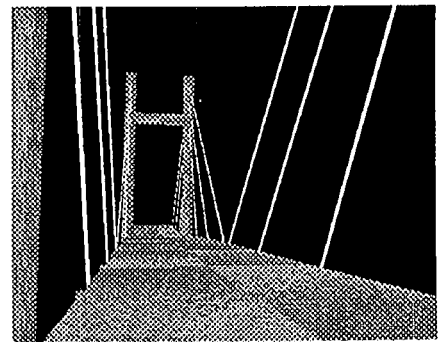
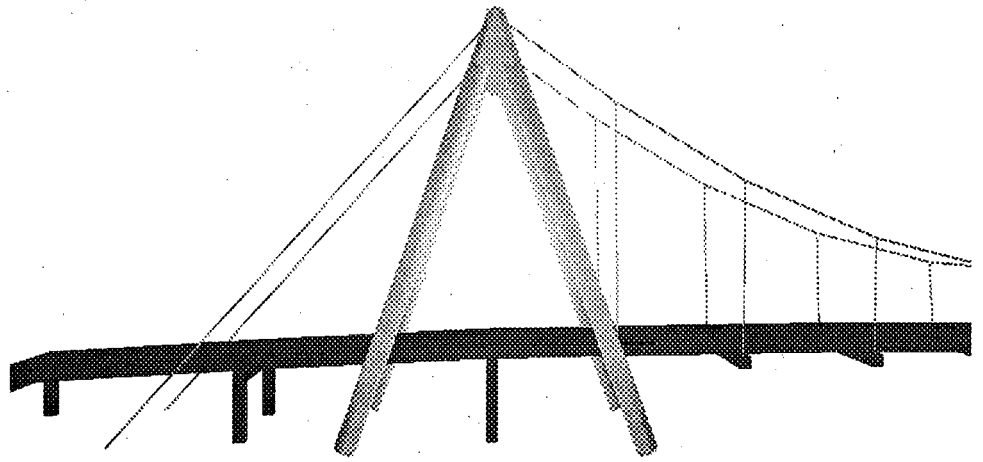
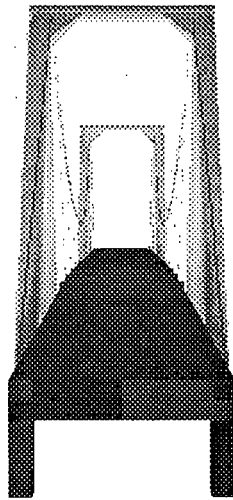
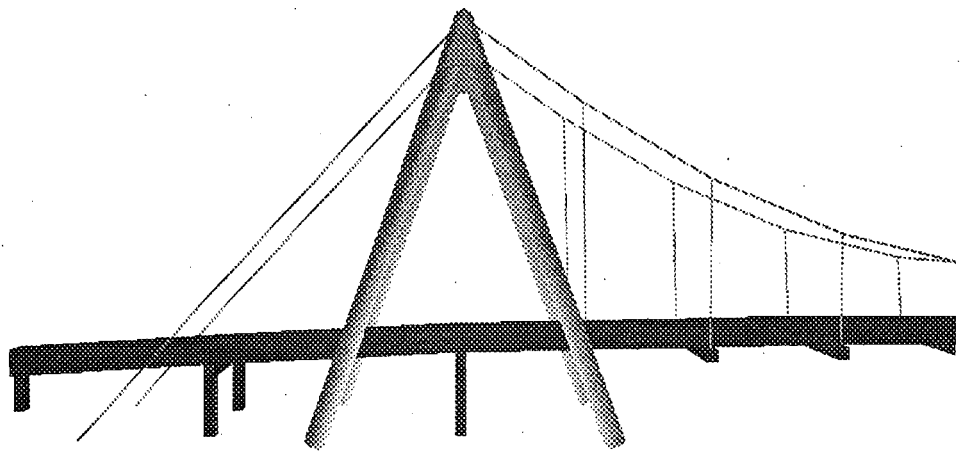
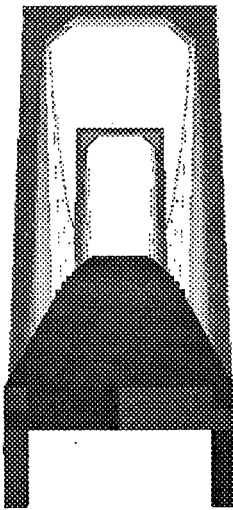


図3 桁端が浮き上がった状態



a) 主塔の上部を中心に照明を当てた場合



b) 主塔の基部を中心に照明を当てた場合

図5 木製吊橋の主塔の照明事例

5. まとめ

検討結果を以下に示す。

- (1) 橋の動的立体表示と照明の組み合わせについてプログラムを作成し、照明のあたる床版とケーブルの一体化動的表示ができることを確認した。
- (2) 学生自ら作成した関数 draw は、動的シミュレーションを可能とし、学生のプログラミングへの関心を高めることができた。

6. あとがき

木更津高専環境都市工学科では、第1学年の後期から情報処理の授業が始まり、第5学年の前期まで、各学年毎に半年間15週30時間の演習を兼ねた授業が行われている。著者の一人は、環境都市工学科の第1期の学生で

あり、平成11年3月卒業後、建築の実務についている。

すべての学生がプログラミングに高い関心を示すわけではないが、学生の興味のあるテーマをとりあげて、プログラミングへの関心を高められるように心がけたい。

参考文献

- 1) OpenGL Architecture Review Board : OpenGL プログラミングガイド(第2版), アジソン・ウェスレイ・パブリッシャーズ・ジャパン(株), 1997.
- 2) OpenGL Architecture Review Board : OpenGL Reference Manual(日本語版), アジソン・ウェスレイ・パブリッシャーズ・ジャパン(株), 1995.
- 3) 相川恭寛 : OpenGL プログラミング・ガイドブック, 技術評論社, 1995. 12.
- 4) 渡辺昇・宮本裕 : 時刻歴地震応答解析法, 技報堂出版, 1996.

補 遺： ケーブルや円柱の描画手法について

ケーブルや円柱は、図6に示すように8角柱で近似して描く。8角柱は、図7に示すように16個の頂点の三次元座標を用意し、テクスチャを10個の各面に配置して描く。図8に、円柱とケーブルの描画例を示す。

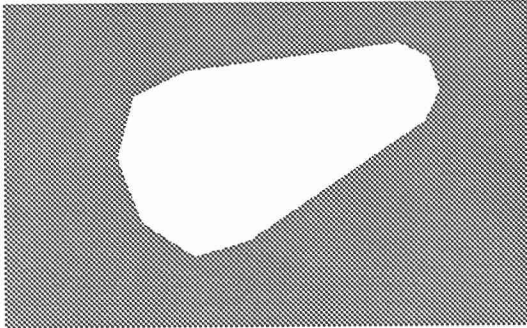


図6 8角柱の表示

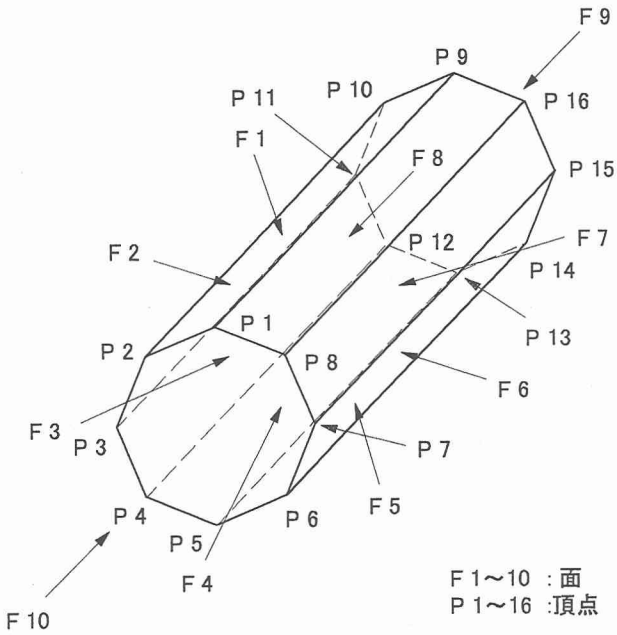


図7 8角柱の頂点と面

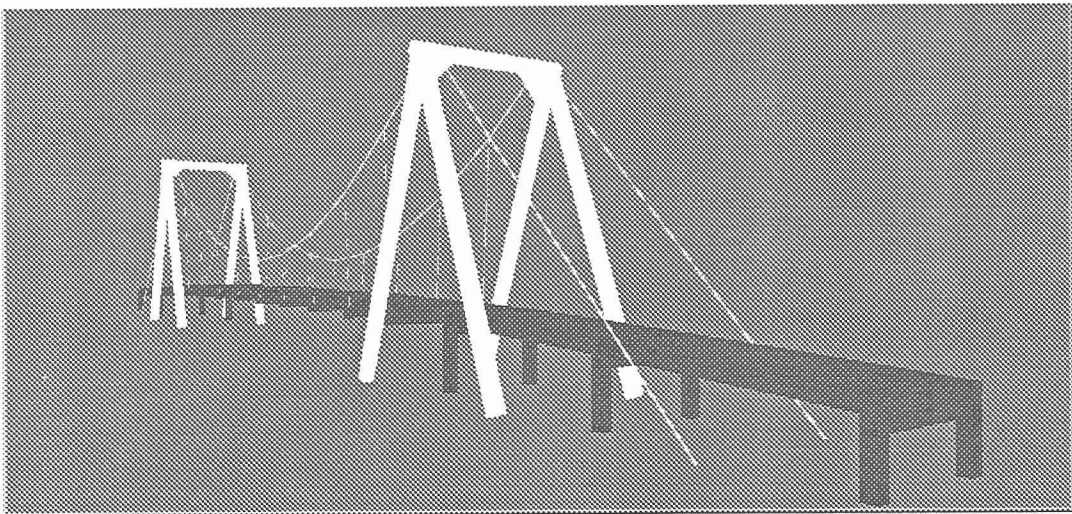
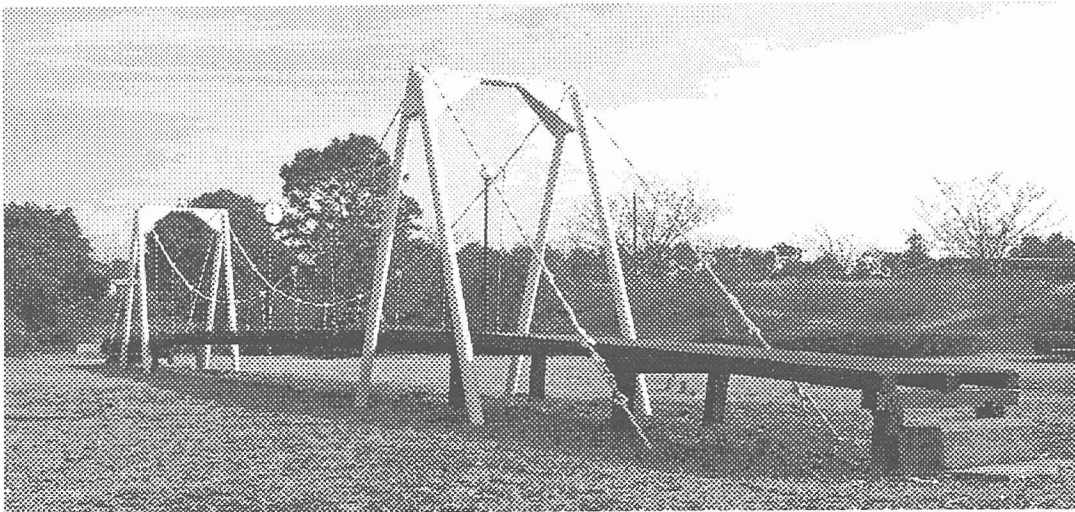


図8 円柱の主塔とケーブルを8角柱で近似した描画例