

OpenGL & GLUT

321190
2009년 봄학기
3/12/2009
박경신

OpenGL & GLUT

- OpenGL
 - <http://www.opengl.org/>
 - <http://www.sgi.com/software/opengl>
 - Windows95 이후 OpenGL 이 표준으로 들어가 있음.
 - <ftp://ftp.microsoft.com/softlib/MSLFILES/opengl95.exe>
- GLUT for Win32
 - <http://www.xmission.com/~nate/glut.html>
 - glut-3.7.6-bin.zip 내려받기
- GLUT for LINUX
 - <http://www.opengl.org/resources/libraries/glut/>
 - <http://rpmfind.net/linux/rpm2html/search.php?query=glut>
 - glut-3.7-9.i386.rpm 내려받기
 - `rpm -rebuild glut-3.7-9.i386.rpm (as root)`

2

Installing OpenGL & GLUT

C:\Program Files\Microsoft Visual Studio 8\VC\PlatformSDK

- Libraries를 Visual C++의 lib\에 설치
 - Opengl32.lib
 - Glu32.lib
 - Glut32.lib
- Include files을 Visual C++의 include\GL\에 설치
 - Gl.h
 - Glu.h
 - Glut.h
- Dynamically-linked libraries를 c:\WINDOWS\system32 (Windows XP)에 설치
 - Opengl32.dll
 - Glu32.dll
 - Glut32.dll

3

Compiling OpenGL/GLUT Programs

- VC++ 실행
- 프로젝트 새로 만들기
 - 메뉴에서 File->New->Projects
 - Win32 Console Application 선택
 - 프로젝트 이름 지정
- Linker에 library files을 지정
 - 메뉴에서 Project->Settings->link->Object/library modules (Project->Properties->Linker->Input->Additional dependencies)
 - opengl32.lib glu32.lib glut32.lib를 넣는다
- 프로젝트에 파일 새로 만들기
 - 메뉴에서 Project->Add to Project-> Files
 - 파일 이름 지정
- 빌드 (build) (F7)와 실행 (execute) (F5)

4

Compiling OpenGL/GLUT Programs

- LINUX 사용자는 cc 컴파일하거나 makefile을 이용할 것
- cc 컴파일
 - %cc -I/usr/X11R6/include program.c -o program -L/usr/X11R6/lib -lglut -lGLU -lGL -lXm -lXi -lXext -lX11 -lm -lpthread
 - %./program
- Makefile을 아래와 같이 만들고, %make

```
CFLAGS = -I/usr/X11R6/include
LIBS = -L/usr/X11R6/lib -lglut -lGLU -lGL -lXm -lXi -lXext -lX11 -lm -lpthread
program: program.c
    $(CC) $(CFLAGS) program.c -o program $(LIBS)
```

5

Windows System

- 윈도우 시스템
 - Microsoft Windows
 - X Window systems
- 윈도우 시스템과 OpenGL 시스템은 모두 래스터 그래픽스 시스템임
- OpenGL 프로그래밍을 하기 위해서는
 - 사용 윈도우 시스템에서 제공하는 래스터 시스템을 기반으로 윈도우 프로그래밍 수행
 - 윈도우 프로그래밍 문맥에서 추상적인 래스터 시스템인 OpenGL 시스템을 윈도우 시스템에 연결
 - OpenGL에서 제공하는 함수들을 사용하여 3차원 그래픽스 프로그래밍을 수행
 - 원하는 OpenGL 작업이 실제로 하드웨어를 제어하고 있는 사용 윈도우 시스템이 효율적으로 이해할 수 있는 형태로 전환

OpenGL

- 실리콘 그래픽스사 (SGI)가 개발한 3차원 그래픽스 라이브러리 API
- 2차원 그래픽스는 (z축의 값을 0으로 처리한) 3차원의 특수 경우로 봄
- OpenGL 그래픽스 함수는 프로그래밍 언어에 독립적인 기능으로 지정되어 있음
- C/C++, Java, Fortran, Python 등 다수 언어와 사용가능
- OpenGL은 하드웨어에 중립적임
 - No I/O library
 - No specific model loading mechanism
 - No hardware specific functions (but available as extensions)

7

OpenGL and Windowing Toolkits

- OpenGL은 하드웨어에 중립적
 - Problems displaying OpenGL scenes in a specific windowing environment
 - Different platforms have different ways to integrate OpenGL with their windowing environment
 - X Window System (GLX)
 - Apple (AGL)
 - Windows (WGL)
 - IBM OS/2 (PGL)

8

OpenGL/GLUT Programming

□ 단순히 윈도우를 여는 프로그램 예제

```
#include <GL/glut.h>
void display (void)
{
}
int main(int argc, char *argv[])
{
    glutInit(&argc, argv);
    glutCreateWindow(argv[0]);
    glutDisplayFunc(display);
    glutMainLoop();
    return 0;
}
```

9

OpenGL/GLUT Programming

- void glutInit([int *argc, char **argv])
 - GLUT와 OpenGL 환경을 초기화. 인수에는 main의 인수를 그대로 건네줌.
- int glutCreateWindow(char *name)
 - 윈도우를 여는 함수. 인수 name은 그 윈도우의 이름이 타이틀 바에 표시됨.
- void glutDisplayFunc(void (*func)(void))
 - 인수 func는 열린 윈도우 내에 디스플레이하는(즉, 그림을 그리는) callback 함수 포인터. 윈도우가 열리거나 다른 윈도우에 의해 숨겨진 윈도우가 다시 디스플레이될 때 이 함수가 실행
- void glutMainLoop(void)
 - GLUT 루프. 이 함수의 호출로 프로그램은 이벤트를 기다리는 상태임.

10

OpenGL/GLUT Programming

□ 윈도우를 전부 파란색으로 칠하는 프로그램 예제

```
#include <GL/glut.h>
void display (void)
{
    glClear(GL_COLOR_BUFFER_BIT);
    glFlush();
}
void init (void)
{
    glClearColor(0.0, 0.0, 1.0, 1.0);
}
int main(int argc, char *argv[])
{
    glutInit(&argc, argv);
    glutInitDisplayMode(GLUT_RGBA);
    glutCreateWindow(argv[0]);
    glutDisplayFunc(display);
    init();
    glutMainLoop();
    return 0;
}
```

11

OpenGL/GLUT Programming

- void glutInitDisplayMode(unsigned int mode)
 - 디스플레이의 표시모드를 설정. Mode에 GLUT_RGBA를 지정했을 경우는 색의 지정을 RGB로 사용함을 지정. 그 밖에 인덱스 칼라모드 (GLUT_INDEX)를 지정하면 효율을 향상시킬 수 있음.
- void glClearColor(Glclampf R, Glclampf G, Glclampf B, Glclampf A)
 - 윈도우를 전부 칠할 때의 색을 지정. R, G, B, A는 0~1 사이의 값을 가짐. (0, 0, 0, 1)을 지정하면 백색의 불투명을 그림.
- void glClear(Glbitfield mask)
 - 윈도우를 전부 칠함. Mask에는 전부 칠하는 버퍼를 지정한다. OpenGL이 관리하는 화면상의 버퍼(메모리)에는 color buffer, depth buffer, stencil buffer, overlay buffer, 등이 겹쳐서 존재함. GL_COLOR_BUFFER를 지칭했을 때는 컬러버퍼만 전부 칠해짐.
- void glFlush(void)
 - 이 함수는 아직 실행되지 않은 OpenGL 명령을 전부 실행.

12

OpenGL/GLUT Program 작성 예

□ 윈도우 내에 선을 그리는 프로그램 예제

```
#include <GL/glut.h>
void display (void)
{
    glClear(GL_COLOR_BUFFER_BIT);
    glBegin(GL_LINE_LOOP);
    glVertex2d(-0.9, -0.9);
    glVertex2d(0.9, -0.9);
    glVertex2d(0.9, 0.9);
    glVertex2d(-0.9, 0.9);
    glEnd();
    glFlush();
}
void init (void)
{
    /* 변경없음 */
}
int main(int argc, char *argv[])
{
    /* 변경없음 */
}
```

13

OpenGL/GLUT Programming

□ void glBegin(GLenum mode)

□ void glEnd(void)

- 도형을 그리려면, glBegin()과 glEnd() 사이에 그 도형의 각 정점의 좌표치를 설정하는 함수를 둬. Mode에 GL_POINTS, GL_LINES, GL_POLYGON, 등등 도형의 타입을 지정.

□ void glVertex2d(GLdouble x, GLdouble y)

- 이 함수는 2차원의 좌표치를 설정하는 사용. 인수의 형태는 GLdouble임. Float 형태는 glVertex2f(..)를 int 형태는 glVertex2i(..)를 사용함.

14

OpenGL/GLUT Programming

□ 윈도우 내에 도형을 전부 칠하는 프로그램 예제

```
#include <GL/glut.h>
void display (void)
{
    glClear(GL_COLOR_BUFFER_BIT);
    glColor3d(1.0, 0.0, 0.0);
    glBegin(GL_POLYGON);
    glVertex2d(-0.9, -0.9);
    glVertex2d(0.9, -0.9);
    glVertex2d(0.9, 0.9);
    glVertex2d(-0.9, 0.9);
    glEnd();
    glFlush();
}
```

15

OpenGL/GLUT Programming

□ void glColor3d(GLdouble r, GLdouble g, GLdouble b)

- 이 함수는 그림의 색을 지정. 인수는 GLdouble 형태로, r, g, b에는 각각 0~1의 범위에서 지정함. 인수가 Float 형태는 glColor3f(..)를 int 형태는 glColor3i(..)를 사용함.

16

OpenGL/GLUT Programming

□ 도형의 색을 정점마다 지정하는 프로그램 예제

```
#include <GL/glut.h>
void display (void)
{
    glClear(GL_COLOR_BUFFER_BIT);
    glBegin(GL_POLYGON);
    glColor3d(1.0, 0.0, 0.0); // red
    glVertex2d(-0.9, -0.9);
    glColor3d(0.0, 1.0, 0.0); // green
    glVertex2d(0.9, -0.9);
    glColor3d(0.0, 0.0, 1.0); // blue
    glVertex2d(0.9, 0.9);
    glColor3d(1.0, 1.0, 0.0); // yellow
    glVertex2d(-0.9, 0.9);
    glEnd();
    glFlush();
}
```

17

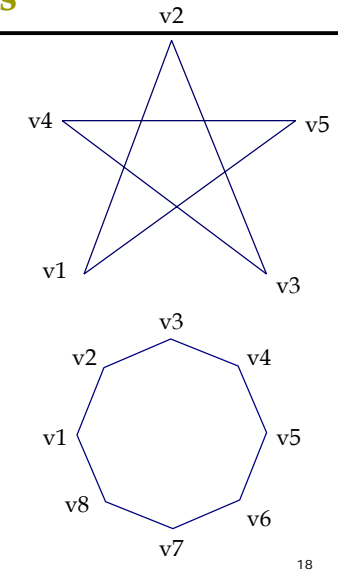
Geometry Primitives

□ Draw a star

- GL_POINTS
- GL_LINES
- GL_LINE_STRIP
- GL_LINE_LOOP

□ Draw an octagon

- GL_POLYGONS
- GL_QUADS
- GL_TRIANGLES
- GL_TRIANGLE_FAN
- GL_TRIANGLE_STRIP
- GL_QUAD_STRIP



18

Lab

□ OpenGL 프로그램 예제를 참고하여 3개 이상의 색깔이 있는 도형 그리기 (선, 삼각형, 사각형, 오각형)를 구현하라

- clear.cpp 예제에서 시작하도록 한다.
- 키보드 'q' 또는 'Q' 버튼을 누르면, 프로그램이 종료한다.
- 키보드 SPACEBAR 버튼을 누르면, 도형 (선, 삼각형, 사각형, 오각형) 을 바꿀도록 한다.
- 선 - (-1.0, 0.0) (1.0, 0.0)
- 삼각형 - (-0.8, -0.8), (0.0, 0.8) , (0.8, -0.8)
- 사각형 - (-0.8, -0.8), (0.8, -0.8), (0.8, 0.8), (-0.8, 0.8)
- 오각형 - (0.0, 0.75), (0.75, 0.15), (0.45, -0.65), (-0.45, -0.65), (-0.75, 0.15)

19