高级计算机图形学

中国科学技术大学计算机学院
黄章进
zhuang@ustc.edu.cn

第十章之第二节

GLSL(I)

内容

- 着色器应用程序
  - 顶点着色器
  - 片段着色器
- 着色器编程
  - OpenGL端的着色语言API

顶点着色器应用

- 顶点的移动
  - 变形 (morphing)
  - 波动
  - 分形
- 光照
  - 更真实的模型
  - 卡通着色器

片段着色器应用

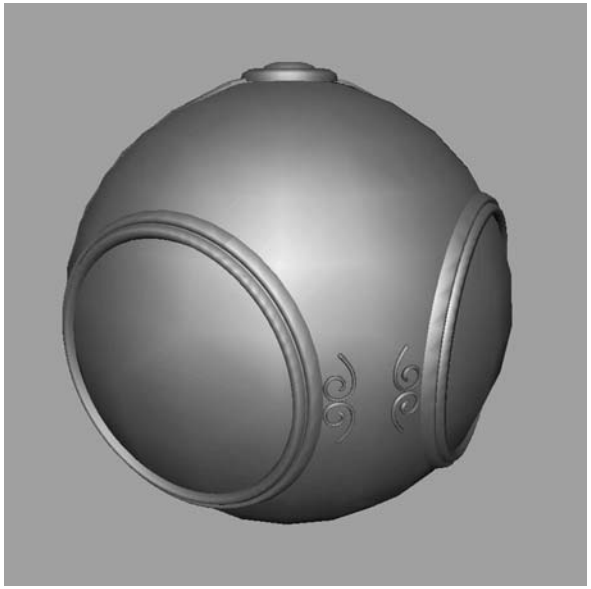
逐片段进行光照计算

逐顶点光照计算

逐片段光照计算

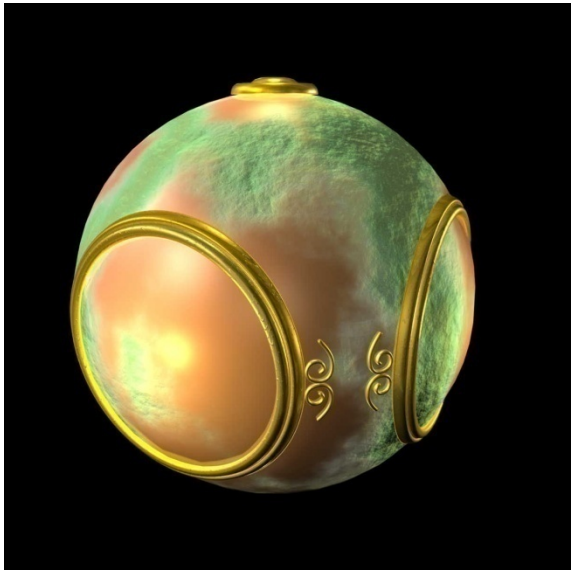
片段着色器应用

纹理映射



光滑明暗处理

环境映射



凹凸映射

着色器的编程语言

- 第一个可编程着色器是用类似汇编语言的形式编写的
- OpenGL扩展增加了顶点和片段着色器
- Cg (C for graphics)是类似C语言的着色器编程语言
  - 在OpenGL和 DirectX下均可运行
  - 与OpenGL的接口比较复杂
- OpenGL着色语言(GLSL)

GLSL

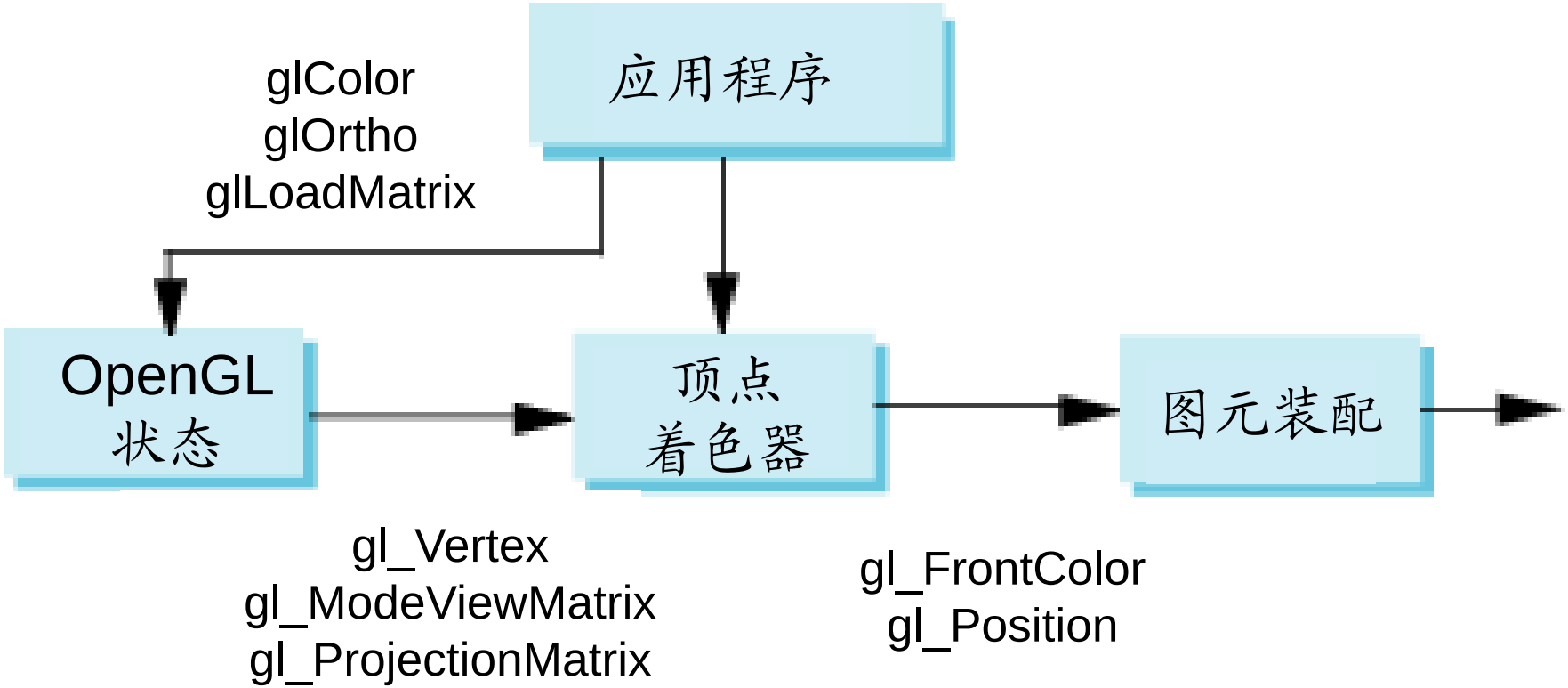
- OpenGL Shading Language的缩写
- OpenGL 2.0的一部分
- 高级类C语言
- 引进新的数据类型
  - 矩阵
  - 向量
  - 采样器（Samplers）
- OpenGL的状态通过内置变量传递

一个简单的顶点着色器

```
//const vec4 red = vec4(1.0, 0.0, 0.0, 1.0);
void main(void)
{
    gl_Position = gl_ProjectionMatrix
        *gl_ModelViewMartrix*gl_Vertex;

//    gl_FrontColor = red;
}
```

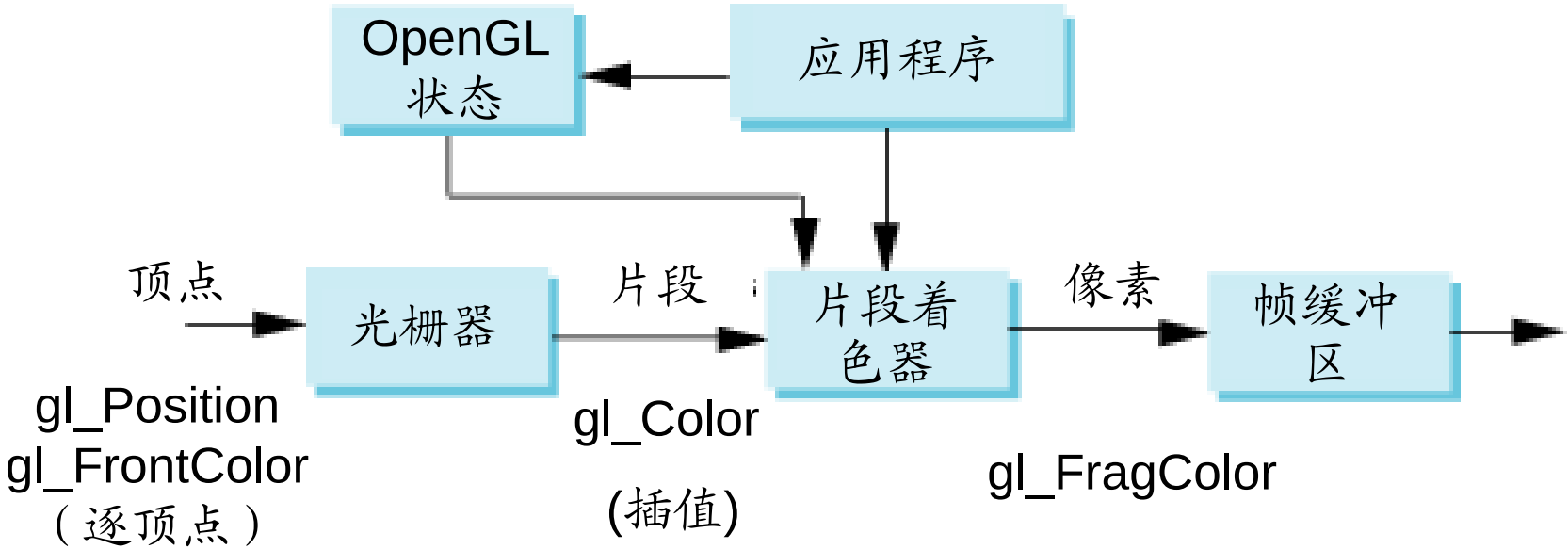
执行模式


glColor
glOrtho
glLoadMatrix
应用程序
OpenGL
状态
顶点
着色器
图元装配
gl_Vertex
gl_ModeViewMatrix
gl_ProjectionMatrix
gl_FrontColor
gl_Position

一个简单的片段着色器

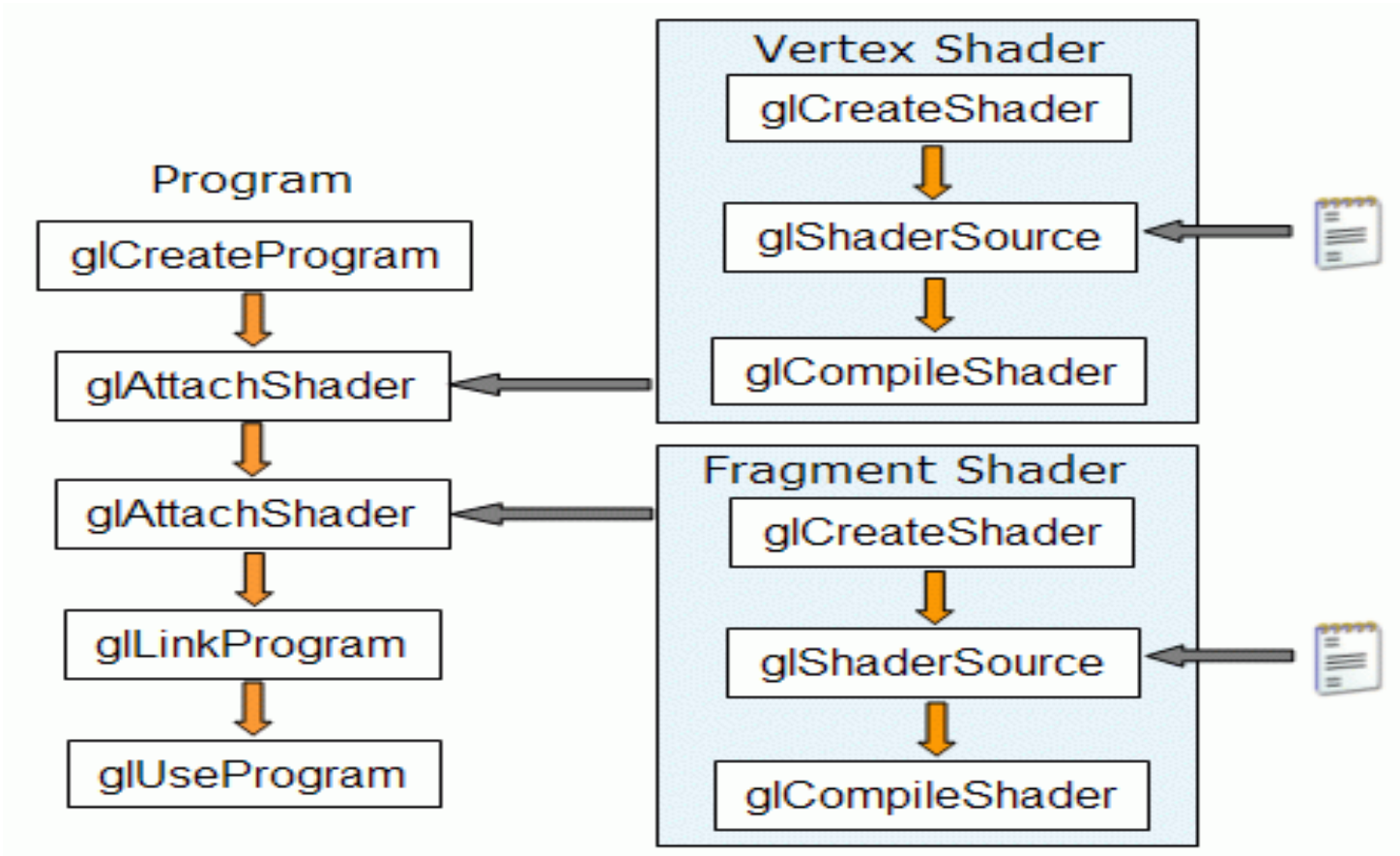

```
void main(void)
{
  gl_FragColor = gl_Color;
}
```

执行模式


OpenGL
状态
应用程序
顶点
光栅器
片段
片段着
色器
像素
帧缓冲
区
gl_Position
gl_FrontColor
（逐顶点）
gl_Color
(插值)
gl_FragColor

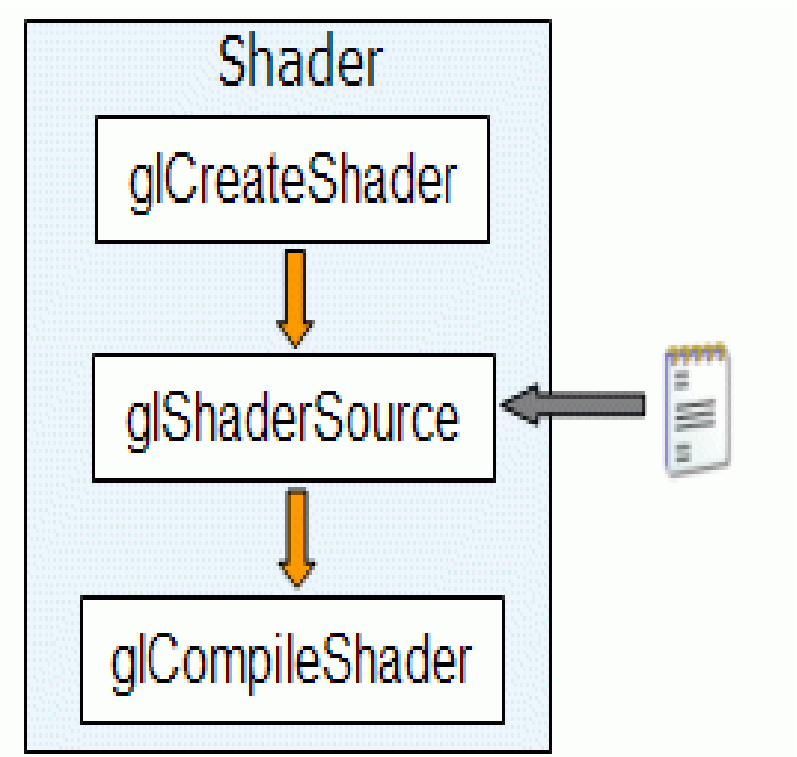
连接着色器与OpenGL

- OpenGL扩展（Extensions）
  - ARB_shader_objects
  - ARB_vertex_shader
  - ARB_fragment_shader
- OpenGL 2.0
  - 与在扩展中的使用几乎相同
  - 函数名称中没有表示扩展的后缀


Vertex Shader
glCreateShader
glShaderSource
glCompileShader
Program
glCreateProgram
glAttachShader
glAttachShader
glLinkProgram
glUseProgram
Fragment Shader
glCreateShader
glShaderSource
glCompileShader

创建着色器

- 创建着色器对象
- 加载着色器源代码
- 编译着色器对象
- 验证是否成功编译



创建着色器对象

GLuint **glCreateShader**(GLenum type);

- 创建一个空的着色器对象。着色器对象维护定义着色器的源代码字符串。
- type可取值为
  - GL_VERTEX_SHADER：顶点着色器
  - GL_FRAGMENT_SHADER：片段着色器
- 返回非零整数，出错时返回零

加载着色器源代码

void **glShaderSource**(GLuint shader, GLsizei count, const CLchar **string, const GLint *length);

- 把存储在字符串数组string中的源代码加载到着色器对象shader，之前存储在着色器对象里的源代码将被完全替换
- count – 字符串的个数
- length – NULL（每个字符串都是以null结束）或 字符串长度的数组（若有长度为负值，表示该字符串以null结束）

源代码读取函数


```
#include <stdio.h>
char* readShaderSource(const char* shaderFile)
{
    FILE* fp = fopen(shaderFile, "rb");
    char* buf;
    long size;

    if(fp==NULL) return NULL;
    fseek(fp, 0L, SEEK_END);   /* end of file */
    size = ftell(fp);
    fseek(fp, 0L, SEEK_SET);   /* start of file */
    buf = (char*) malloc((size+1) * sizeof(char));
    fread(buf, 1, size, fp);
    buf[size] = '\0';   /* null termination */
    fclose(fp);
    return buf;
}
```

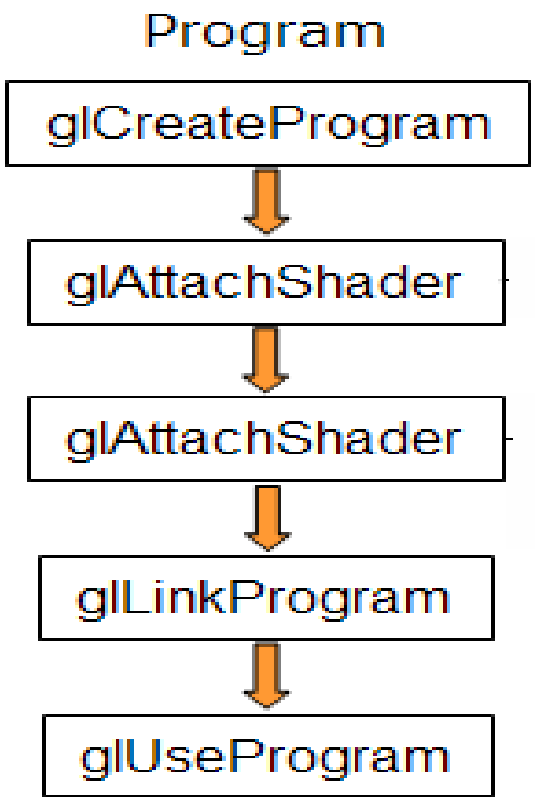
编译着色器对象

void **glCompileShader**(GLuint shader);

- 编译着色器对象shader的源代码
- 可以调用glGetShaderiv()函数以GL_COMPILE_STATUS为参数查询编译结果
- 可以调用glGetShaderInfoLog()函数查看编译信息日志

创建程序

- 创建程序对象
- 把着色器对象连接到程序对象
- 链接程序
- 验证链接是否成功
- 使用着色器



创建程序对象

GLuint **glCreateProgram**(void);

- 创建一个空的程序对象
- 返回非零整数，出错时返回零
- OpenGL用程序对象来封装管理可执行着色器
- 可创建多个程序对象，并在渲染时切换以使用不同的着色器

连接着色器对象

void **glAttachShader**(GLuint program, GLuint shader);

- 把着色器对象shader连接(attach)到程序对象program
- 可在加载源代码或编译前，把着色器对象连接到程序对象
- 可连接顶点/片段着色器对，或只连接一类
- 可连接多个同一类的着色器对象到程序对象，但只能有一个着色器对象有main函数
- 一个着色器对象可连接到多个程序对象

链接程序

void **glLinkProgram**(GLuint program);

- 链接程序对象program，生成可执行程序
- 链接前，连接到程序对象的着色器对象必须已成功编译
- 可以调用glGetProgramiv()函数以GL_LINK_STATUS为参数查询链接结果
- 可以调用glGetProgramInfoLog()函数查看链接信息日志

使用程序

void **glUseProgram**(GLuint program);

- 安装可执行程序program作为OpenGL渲染状态机的一部分进行顶点和/或片段处理
- program为0时，使用固定功能流水线
- 程序对象在使用中时，应用程序可以随意修改甚至删除程序对象，而不会影响作为当前状态机一部分的可执行代码
- glLinkProgram()成功重链接使用中的程序对象后，将安装生成的可执行代码作为当前渲染状态机的一部分

清理函数

void **glDeleteShader**(GLuint shader);

- 删除着色器对象shader
- 如果着色器对象没有连接到任何程序对象，立即删除；否则，标记为删除

void **glDetachShader**(GLuint program, GLuint shader);

- 把着色器对象shader从程序对象program分离
- 如果着色器标记为删除，且分离后没有连接到其他着色器，则被删除

清理函数

void **glDeleteProgram**(GLuint program);

- 删除程序对象program
- 如果程序对象不是正在使用的渲染状态机的一部分，立即删除；否则，标记为删除
- 当程序对象被删除时，所有连接的着色器对象将被分离出来

- 编程技巧：一旦将着色器对象连接到程序对象后就删除它们，从而删除程序对象时，所连接的着色器对象将自动分离并删除

查询函数

void **glGetShaderiv**(GLuint shader,
GLuint index, GLint *params);

- 返回着色器对象shader参数为pname的属性值

pname	params
GL_SHADER_TYPE	着色器类型：GL_VERTEX_SHADER或GL_FRAGMENT_SHADER
GL_DELETE_STATUS	删除状态：GL_TRUE 当前标记为删除
GL_COMPILE_STATUS	编译状态：GL_TRUE 之前的编译成功
GL_INFO_LOG_LENGTH	信息日志的长度(含null)，0表示无日志
GL_SHADER_SOURCE_LENGTH	串联的源代码字符串的长度(含null字符)，0表示没加载源代码

查询函数

void **glGetProgramiv**(GLuint program, GLenum pname, GLint *params);

- 返回程序对象program参数为pname的属性值

pname	params
GL_DELETE_STATUS	删除状态：GL_TRUE 当前标记为删除
GL_LINK_STATUS	链接状态：GL_TRUE 之前的链接成功
GL_VALIDATE_STATUS	验证状态：GL_TURE 之前的验证成功
GL_INFO_LOG_LENGTH	信息日志的长度(含null)，0表示无日志
GL_ATTACHED_SHADERS	连接的着色对象的个数
GL_ACTIVE_ATTRIBUTES	活动属性变量的个数
GL_ACTIVE_UNIFORMS	活动一致变量的个数

查询函数

void **glGetShaderInfoLog**(GLuint shader,
GLsizei bufSize, GLsizei *length, GLchar *infoLog);
void **glGetProgramInfoLog**(GLuint program,
GLsizei bufSize, GLsizei *length, GLchar *infoLog);

- infoLog返回着色器对象shader最后一次编译或程序对象program最后一次链接的信息日志
- 缓冲区infoLog的大小为bufSize，实际返回的日志字符数存放在length中
- 信息日志的字符数可由glGetShaderiv()或glGetProgramiv()查询得到

查询函数

void **glGetShaderSource**(GLuint shader,
GLsizei bufSize, GLsizei *length, GLchar *source);

- source返回着色器对象shader的源代码字符串
- 缓冲区source的大小为bufSize，实际的源代码字符数存放在length中
- 源代码字符串的长度可用glGetShaderiv()查询得到

查询函数

GLboolean **glIsShader**(GLuint shader);
GLboolean **glIsProgram**(GLuint program);

- 检查shader或program是否是着色器对象或程序对象的名称

void **glValidateProgram**(GLuint program);

- 验证程序对象program是否可以在当前OpenGL环境中运行
- 如果验证通过，程序对象program的GL_VALIDATE_STATUS值置为GL_TURE

GLSL参考资料

- 参考书
  - OpenGL Programming Guide, 6th edition
  - OpenGL Shading Language, 2nd edition
- 规范
  - OpenGL 2.1
  - GLSL 1.2
- 网上教程
  - http://www.lighthouse3d.com/opengl/glsl/index.php