셰이더프로그래밍

Lecture 3

이택희

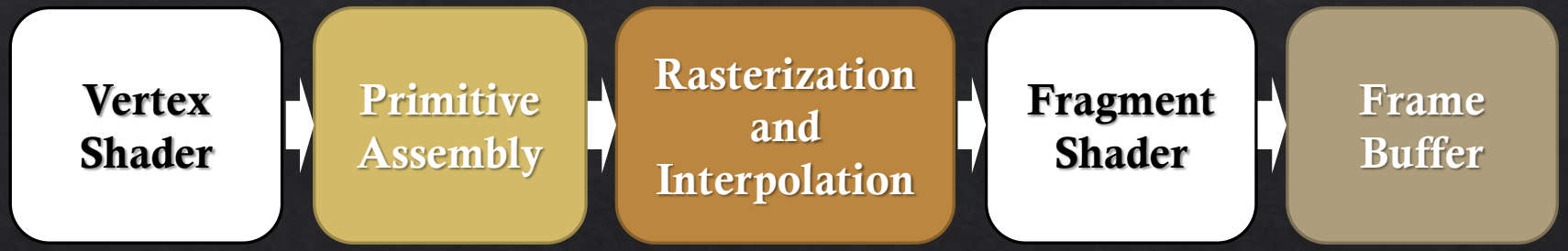
개요

- OpenGL Shading Language
- Shader 입출력
- Shader 컴파일
- Vertex Shader 입력
- Shader 외부 입력
- 실습

OpenGL Shading Language

OpenGL Shading Language

Fixed 파이프라인이었던 구조에서 프로그래밍 가능한 몇몇 단계로 대체되면서 바뀌게 되었다. 오픈지엘용이면 오픈지엘 쉐이딩 랭귀지 GLSL, 다이렉트는 HLSL 이라고 하이 레벨 셰이딩 랭귀지라고 한다.



프로그래밍 가능한 Shader!

OpenGL Shading Language

하나의 Vertex 단위로 처리되는 stage

OpenGL Shading Language

하나의 Fragment 단위로 처리되는 stage

OpenGL Shading Language

Tessellation Shader

Geometry Shader

본 강의에서는 다루지 않음

OpenGL Shading Language

- C 프로그래밍 형식

```
#version 450 core

void
main()
{
	// Your code goes here
}
```

OpenGL Shading Language

- Basic Types

Type	Description
`float`	IEEE 32-bit floating-point value
`double`	IEEE 64-bit floating-point value
`int`	signed two's-complement 32-bit integer value
`uint`	unsigned 32-bit integer value
`bool`	Boolean value

OpenGL Shading Language

- 변수 범위 (C 와 동일)
  - 함수 외부에서 선언된 경우 전역 변수로 인식
  - For 나 If 문 이후 등장하는 { } 내부에서 선언된 경우 내부에서만 제어 가능
  - { } 외부의 Variables 는 { } 내부에서 제어 가능

```
for (int i = 0; i < 10; ++i) {
    // loop body
}
```

OpenGL Shading Language

- 변수 초기화

```
int       i, numParticles = 1500;
float     force, g = -9.8;
bool      falling = true;
double    pi = 3.14159265358979323846 26LF;
```

OpenGL Shading Language

- 변수 타입 캐스팅
  - 정보를 잃게 될 가능성이 있을 경우 명확하게 표시를 해 줘야 함
    - Ex : double → float, float → int, uint → int

Type Needed	Can Be Implicitly Converted From
uint	int
float	int, uint
double	int, uint, float

그냥 변경 가능

```
float f = 10.0;
int   ten = int(f);
```

타입 캐스팅 필요

OpenGL Shading Language

- 집합체 타입

Base Type	2D vec	3D vec	4D vec	Matrix Types		
float	vec2	vec3	vec4	mat2 mat2x2 mat3x2 mat4x2	mat3 mat2x3 mat3x3 mat4x3	mat4 mat2x4 mat3x4 mat4x4
double	dvec2	dvec3	dvec4	dmat2 dmat2x2 dmat3x2 dmat4x2	dmat3 dmat2x3 dmat3x3 dmat4x3	dmat4 dmat2x4 dmat3x4 dmat4x4
int	ivec2	ivec3	ivec4	—		
uint	uvec2	uvec3	uvec4	—		
bool	bvec2	bvec3	bvec4	—		

OpenGL Shading Language

- 집합체 타입 선언

```
vec3 velocity = vec3(0.0, 2.0, 3.0);
```

```
vec3 white = vec3(1.0);  // white = (1.0, 1.0, 1.0)
```

$$m = \mathrm{mat3}(4.0) = \begin{pmatrix} 4.0 & 0.0 & 0.0 \\ 0.0 & 4.0 & 0.0 \\ 0.0 & 0.0 & 4.0 \end{pmatrix}$$

OpenGL Shading Language

- 집합체 타입 선언

```
mat3 M = mat3(1.0, 2.0, 3.0,
              4.0, 5.0, 6.0,
              7.0, 8.0, 9.0);
```

```
vec3 column1 = vec3(1.0, 2.0, 3.0);
vec3 column2 = vec3(4.0, 5.0, 6.0);
vec3 column3 = vec3(7.0, 8.0, 9.0);

mat3 M = mat3(column1, column2, column3);
```

$$\begin{pmatrix} 1.0 & 4.0 & 7.0 \\ 2.0 & 5.0 & 8.0 \\ 3.0 & 6.0 & 9.0 \end{pmatrix}$$

```
vec2 column1 = vec2(1.0, 2.0);
vec2 column2 = vec2(4.0, 5.0);
vec2 column3 = vec2(7.0, 8.0);

mat3 M = mat3(column1, 3.0,

column2, 6.0,
column3, 9.0);
```

Column major matrices

OpenGL Shading Language

- 집합체 캐스팅

```
vec3 velocity = vec3(0.0, 2.0, 3.0);
ivec3 steps = ivec3(velocity);
```

```
vec4 color;
vec3 RGB = vec3(color);
```

```
vec3 white = vec3(1.0);  // white = (1.0, 1.0, 1.0)
vec4 translucent = vec4(white, 0.5);
```

OpenGL Shading Language

- 집합체 사용

Component Accessors	Description
(x, y, z, w)	components associated with positions
(r, g, b, a)	components associated with colors
(s, t, p, q)	components associated with texture coordinates

```
float red = color.r;
float v_y = velocity.y;
```

```
float red = color[0];
float v_y = velocity[1];
```

```
color = color.abgr;
```

```
vec4 color = otherColor.rgz;
```

```
vec2 pos;
float zPos = pos.z;
```

OpenGL Shading Language

- 집합체 사용 연습문제

```
mat4 m = mat4(2.0);
vec4 zVec = m[2];
float yScale = m[1][1];
```

m?
zVec?
yScale?

OpenGL Shading Language

- 함수 선언

```
returnType functionName([accessModifier] type1 variable1,
                        [accessModifier] type2 varaible2,
                          ...)
{
    // function body
    return returnValue; // unless returnType is void
}
```

Access Modifier	Description
`in`	Value copied into a function (default if not specified)
`const in`	Read-only value copied into a function
`out`	Value copied out of a function (undefined upon entrance into the function)
`inout`	Value copied into and out of a function

OpenGL Shading Language

- 함수 선언

```
float addSome(float a, out float b)
{
    a = a+1.0;
    b = a;
    Return a+b;
}
```

```
float addSome(const in float a, float b)
{
    a = a+1.0;
    b = a;
    Return a+b;
}
```

```
float addSome(float a, inout float b)
{
    a = a+1.0;
    b = a;
    Return a+b;
}
```

```
float addSome(in float a, float b)
{
    a = a+1.0;
    b = a;
    Return a+b;
}
```

Shader 입출력

Shader 입출력

- 각 Shader 단위로 입력 값과 출력 값이 있으며 고유의 입출력 값과 사용자 정의 입출력 값이 있음

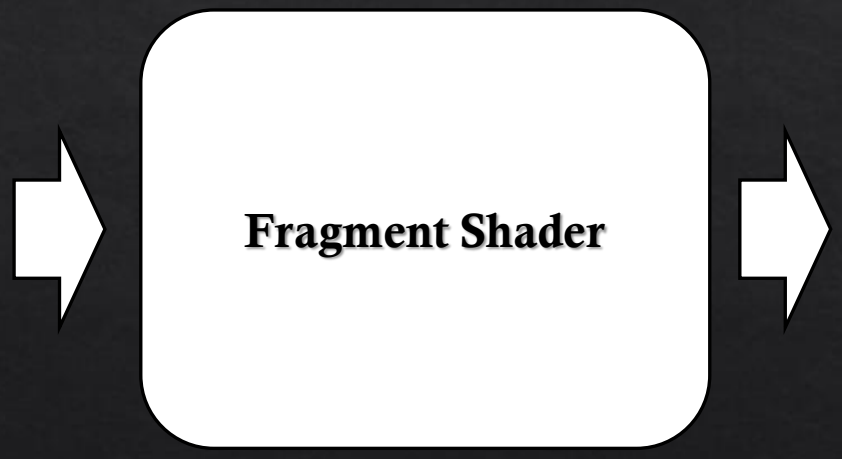
- 사용자가 정의한 입력 값
- OpenGL 고유의 입력 값
  - gl_VertexID
  - gl_InstanceID
  - …

- 사용자가 정의한 VS 출력 값
- OpenGL 고유의 출력 값
  - gl_Position
  - gl_PointSize
  - …

Shader 입출력

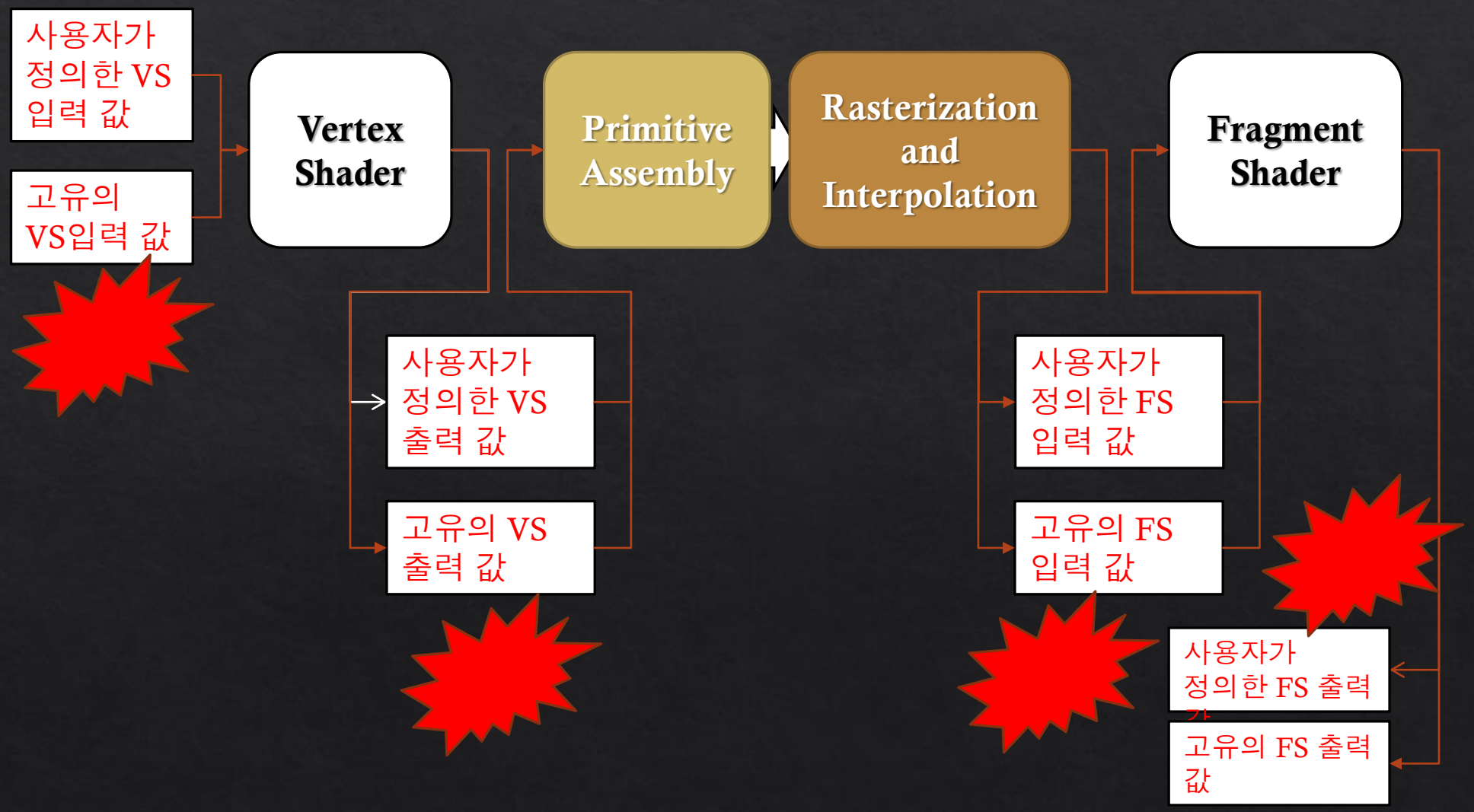
- 각 Shader 단위로 입력 값과 출력 값이 있으며 고유의 입출력 값과 사용자 정의 입출력 값이 있음

- 사용자가 정의한 FS 입력 값
- OpenGL 고유의 입력 값
  - gl_FragCoord
  - gl_FrontFacing
  - gl_PointCoord
  - …



- 사용자가 정의한 FS 출력 값
- OpenGL 고유의 출력 값
  - gl_FragDepth
  - …

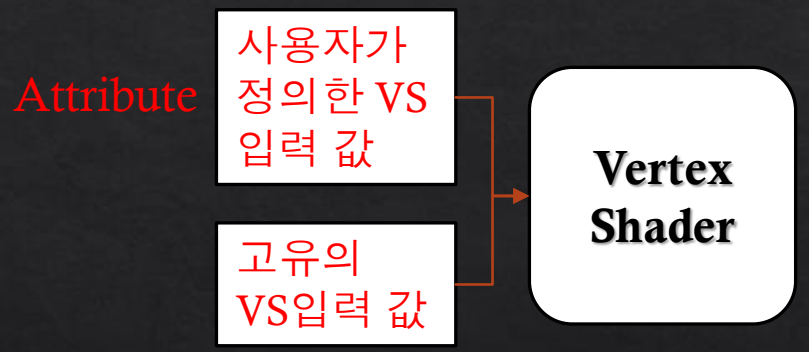
Shader 입출력


사용자가 정의한 VS 입력 값
고유의 VS입력 값
Vertex Shader
Primitive Assembly
Rasterization and Interpolation
Fragment Shader
사용자가 정의한 VS 출력 값
고유의 VS 출력 값
사용자가 정의한 FS 입력 값
고유의 FS 입력 값
사용자가 정의한 FS 출력 값
고유의 FS 출력 값

Vertex shader 입력

Vertex Shader 입력

- 사용자가 정의한 VS 입력 값
  - Attribute 라 칭함




```
glEnableVertexAttribArray(0);
glBindBuffer(GL_ARRAY_BUFFER, VBO);
glVertexAttribPointer(0, 3, GL_FLOAT, GL_FALSE, 0, 0);
```

Vertex Shader 입력

사용자가 정의한 입력 값

→ layout (location = 0) in vec3 Position;

버텍스 셰이더 코드의 layout 부분과 연동됨

Vertex Shader

```
glEnableVertexAttribArray(0);
glBindBuffer(GL_ARRAY_BUFFER, VBO);
glVertexAttribPointer(0, 3, GL_FLOAT, GL_FALSE, 0, 0);
```

Vertex Shader 입력

사용자가 원하는 입력 값이 두 개라면?

사용자가 정의한 입력 값

→ layout (location = 0) in vec3 Position;
→ layout (location = 1) in vec3 Color;

Vertex Shader

```
glEnableVertexAttribArray(0);
glBindBuffer(GL_ARRAY_BUFFER, VBO);
glVertexAttribPointer(0, 3, GL_FLOAT, GL_FALSE, 0, 0);

glEnableVertexAttribArray(1);
glBindBuffer(GL_ARRAY_BUFFER, VBO1);
glVertexAttribPointer(1, 3, GL_FLOAT, GL_FALSE, 0, 0);
```

Vertex Shader 입력

- layout 없이도 사용 가능
  - GLint glGetAttribLocation(GLuint program, const char* name);

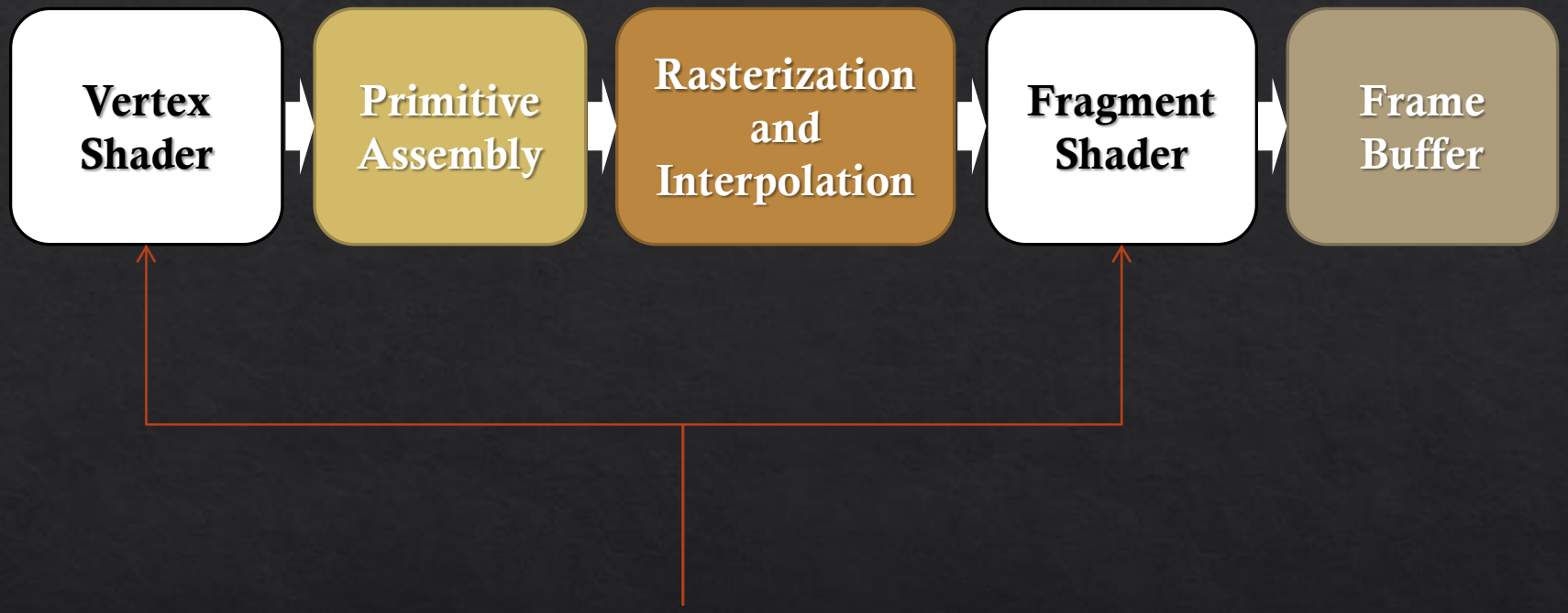
사용자가 정의한 입력 값

→ in vec3 Position;
→ in vec3 Color;

```
GLint id0 =  glGetAttribLocation(program, “Position”);
GLint id1 =  glGetAttribLocation(program, “Color”);

glEnableVertexAttribArray(id0);
glBindBuffer(GL_ARRAY_BUFFER, VBO);
glVertexAttribPointer(id0, 3, GL_FLOAT, GL_FALSE, 0, 0);

glEnableVertexAttribArray(id1);
glBindBuffer(GL_ARRAY_BUFFER, VBO1);
glVertexAttribPointer(id1, 3, GL_FLOAT, GL_FALSE, 0, 0);
```

shader 외부 입력

Shader 외부 입력



외부 입력 변수
- 시간에 관계된 변수
- 가중치에 관계된 변수
- 기타..

Shader 외부 입력

- uniform 선언자 사용
  - uniform 으로 선언된 변수는 외부에서 입력된 값을 가지고 있으며 셰이더 내부에선 읽기만 가능하고 쓰기는 불가능 함
  - 셰이더 전반에 걸쳐 읽기가 가능함

Shader 외부 입력

```
layout (location = 0) in vec3 Position;

uniform float gScale; //외부에서 값을 넘겨받음

void main()
{
    gl_Position = vec4(gScale * Position.x, gScale * Position.y, Position.z, 1.0);
}
```

Shader 외부 입력

- GLint glGetUniformLocation(GLuint program, const char* name);

```
layout (location = 0) in vec3 Position;

uniform float gScale; //외부에서 값을 넘겨받음

void main()
{
    gl_Position = vec4(gScale * Position.x, gScale * Position.y, Position.z, 1.0);
}
```

- GLint id = glGetUniformLocation(program, “gScale”);

Shader 외부 입력

- void glUniform{1234}{fdi ui}(GLint location, TYPE value);
- void glUniform{1234}{fdi ui}v(GLint location, GLsizei count, const TYPE * values);
- void glUniformMatrix{234}{fd}v(GLint location, GLsizei count, GLboolean transpose, const GLfloat * values);
- void glUniformMatrix{2x3,2x4,3x2,3x4,4x2,4x3}{fd}v(GLint location, GLsizei count, GLboolean transpose, const GLfloat * values);

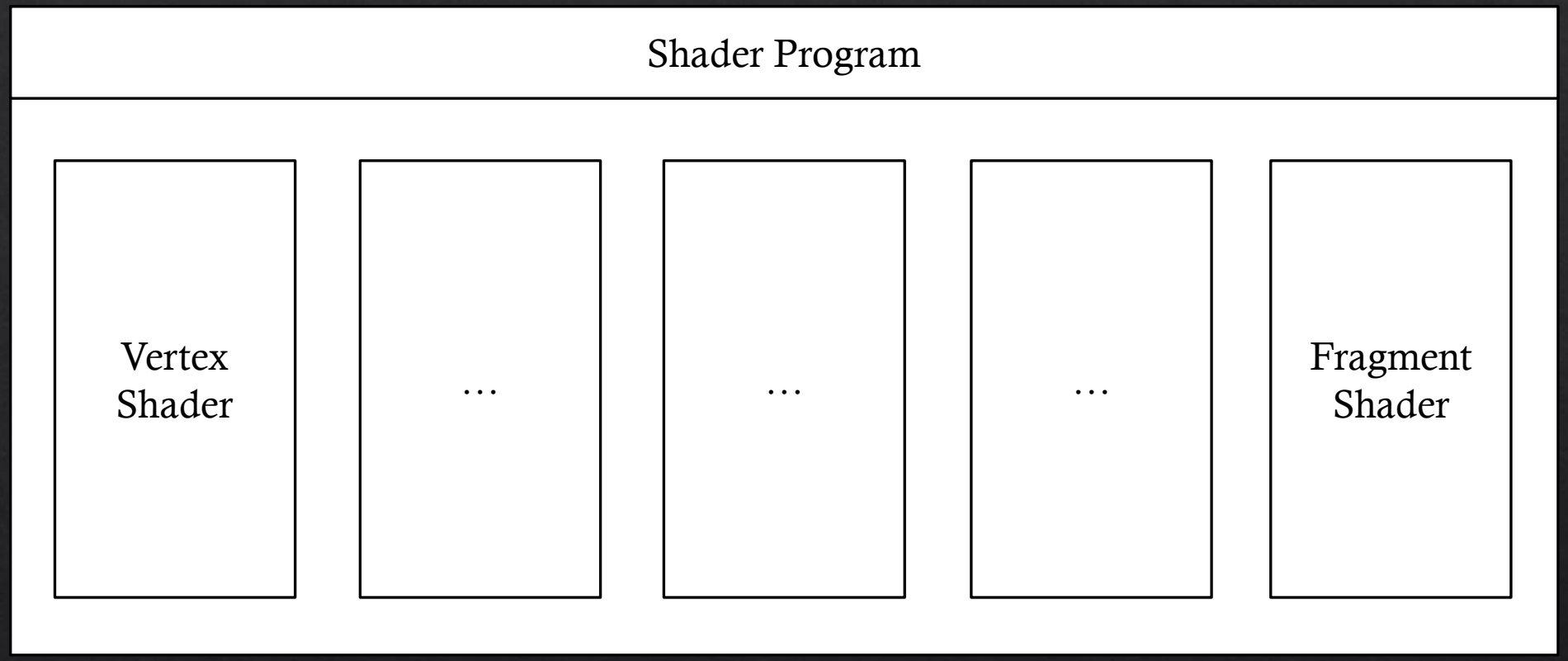
Shader 외부 입력

```
layout (location = 0) in vec3 Position;

uniform float gScale; //외부에서 값을 넘겨받음

void main()
{
    gl_Position = vec4(gScale * Position.x, gScale * Position.y, Position.z, 1.0);
}
```

- GLint id = glGetUniformLocation(program, “gScale”);
- glUniform1f(id, 0.5f);

Shader 컴파일

Shader 컴파일



Shader 컴파일

#define GL_FRAGMENT_SHADER
#define GL_VERTEX_SHADER

0. Shader Program 생성

```
GLuint ShaderProgram = glCreateProgram();
```

1. Shader Object 생성

```
GLuint ShaderObj = glCreateShader(ShaderType);
```

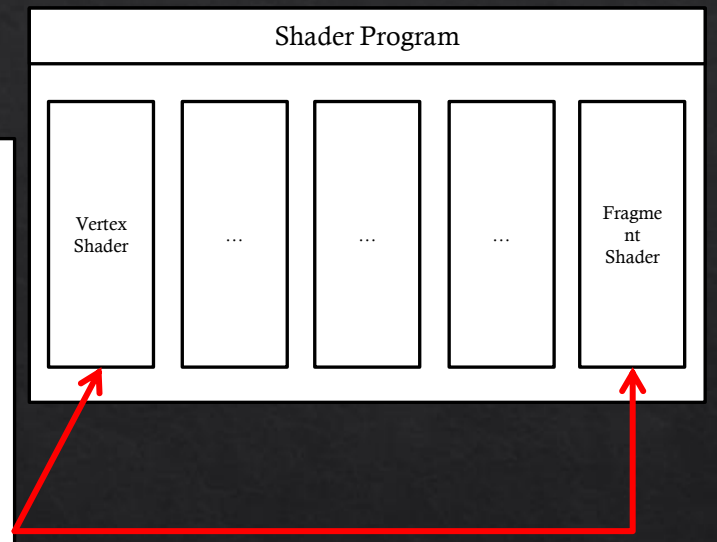
2. Object 에 Source 할당 및 컴파일

```
glShaderSource(ShaderObj, 1, p, Lengths);
glCompileShader(ShaderObj);
```

3. 컴파일 완료 확인

3. Shader Program 에 Attach

```
glAttachShader(ShaderProgram, ShaderObj);
```



Vertex Shader 및 Fragment Shader Object 를 각각 생성 후 Attach 함

Shader 컴파일

- Attach 완료 후 링크 수행
  - glLinkProgram(ShaderProgram);
- 링크 완료 확인
- 성공적으로 링크가 끝났으면 사용 준비 끝
- 사용시 아래 아래 함수를 사전에 불러줘야 해당 shader 프로그램이 동작함
  - glUseProgram(GLuint program);

실습 : 외부 입력 추가

실습 : 외부 입력 추가

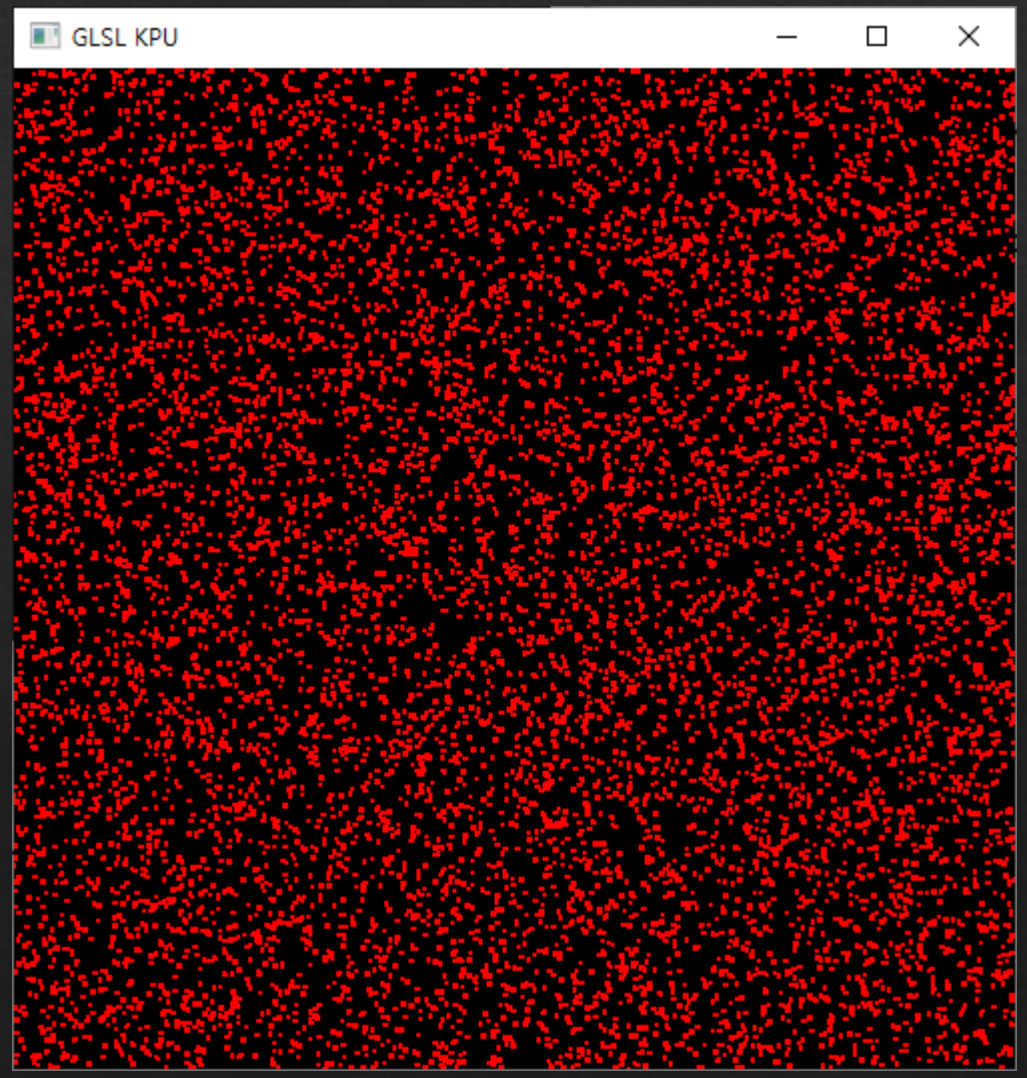
Color 입력

Position 입력

변화가 있는 입력

실습 : 외부 입력 추가

- 사각형 파티클 생성 후 화면에 그려보기
- 랜덤 위치에 그려보기
- 파티클 움직임 적용 해 보기
  - 속도 부여
  - 더 필요한 사항은?



실습 : 간단한 파티클 애니메이션1

- 버텍스 Attribute
  - 위치
    - {(Random Position), …..}

실습 : 간단한 파티클 애니메이션2

- 버텍스 Attribute
  - 위치, 속도
    - {(Random Position), (Random Velocity), …..}
- 셰이더
  - 속도 계산 추가

실습 : 간단한 파티클 애니메이션3

- 버텍스 Attribute
  - 위치, 속도
    - {(Random Position), (Random Velocity), …..}
- 셰이더
  - 가속도 추가

실습 : 간단한 파티클 애니메이션4

- 버텍스 Attribute
  - 위치, 속도, 시작 시간, 생명
  - {(Random Position), (Random Velocity), (Emit Time, Life Time)…..}
    - Emit Time
      - 파티클이 생성되는 시작 시간
        - EX: 파티클 배치 후 몇 초 후에 생성될 것인가?
    - Life Time
      - 파티클이 유지되는 시간
        - EX: 파티클 생성 후 몇 초간 유지될 것인가?

실습 : 간단한 파티클 애니메이션5

- 버텍스 Attribute
  - 위치, 속도, 시작 시간, 생명, 주기, 폭
  - {(Random Position), (Random Velocity), (Emit Time, Life Time), (ratio, amplitude)…..}
    - ratio, amplitude
      - Sin 함수 주기, 폭 결정 (랜덤 값)

실습 : 간단한 파티클 애니메이션5

윈도우 중앙에서 오른쪽으로 파티클 발사

실습 : 간단한 파티클 애니메이션5

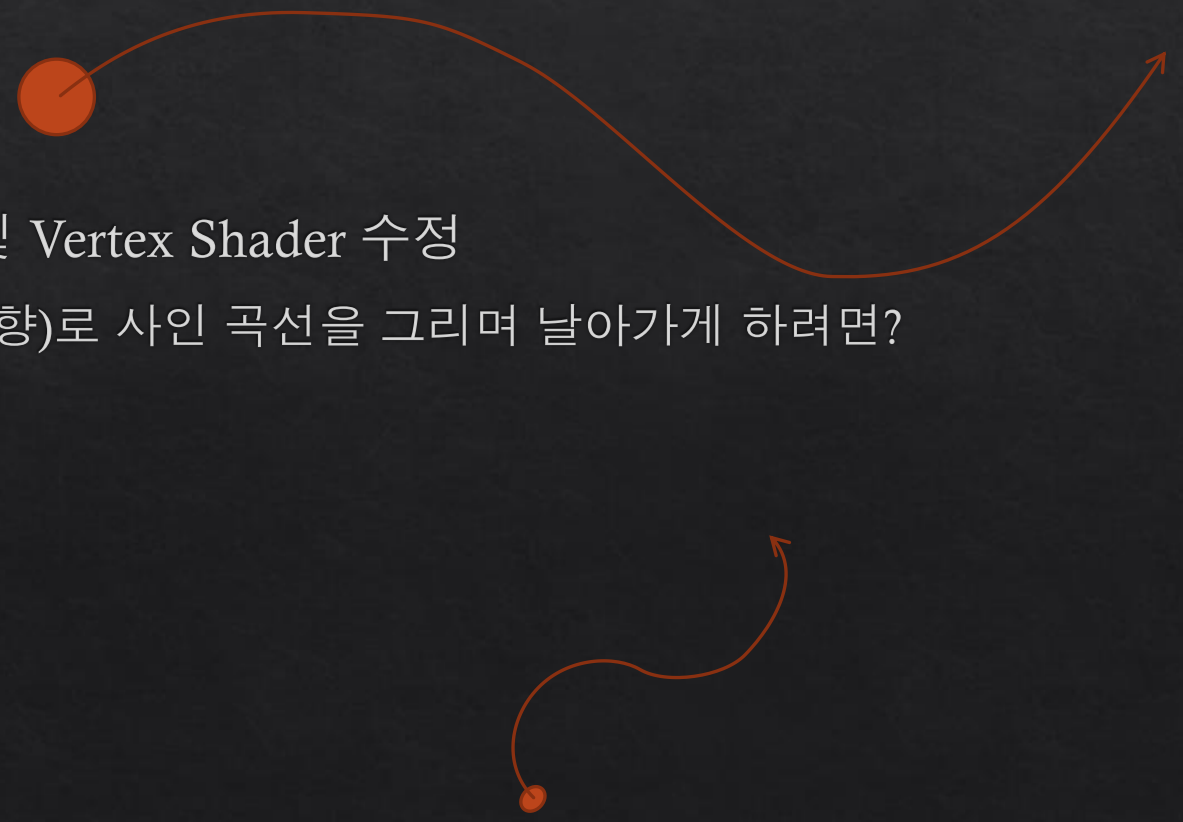
파티클 움직임이 사인 곡선을 따라가도록 함

실습 : 간단한 파티클 애니메이션5

사인곡선의 주기, 폭을 랜덤하게 부여

실습 : 간단한 파티클 애니메이션5

- Vertex Shader 만 수정
  - Emit 후 점차적으로 퍼지게 하려면?

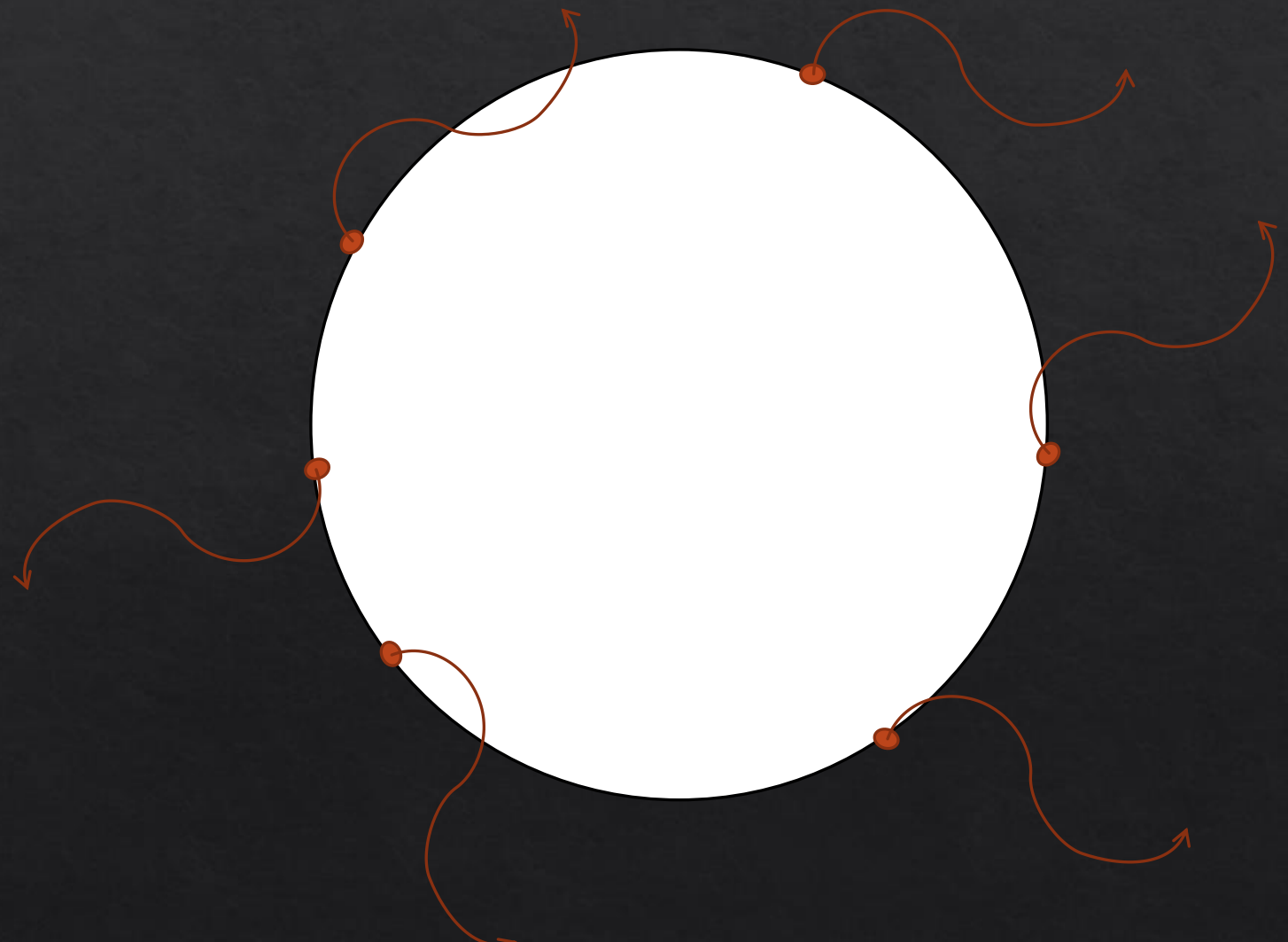


- Rendering 코드 및 Vertex Shader 수정
  - 주어진 속도(방향)로 사인 곡선을 그리며 날아가게 하려면?

실습 : 간단한 파티클 애니메이션6

- 버텍스 Attribute
  - 위치, 속도, 시작 시간, 생명, 주기, 폭, 고유 값
  - {(Random Position), (Random Velocity), (Emit Time, Life Time), (ratio, amplitude), (value)…..}
    - Value
      - 다양한 용도로 사용 가능한 값
        - EX: 시작 위치

실습 : 간단한 파티클 애니메이션6



실습 : 간단한 파티클 애니메이션6

- 중력 가속도 추가
- 외부 입력 가속도 추가