像素着色器的设计

# 内存布局

## Shader流水线



## 内存布局类型

### 水平布局（Horizontal Memory Layout）

输入数据按成员顺序排列，相同的成员放置在一起。例如对于像素而言，有Block

|  |  |
| --- | --- |
| P00 | P01 |
| P10 | P11 |

每个像素有三个成员A,B,C，那么内存布局是依据下图所示进行排列。

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| P00 | A | Memory |
| P01 |
| P10 |
| P11 |
| P00 | B |
| P01 |
| P10 |
| P11 |
| P00 | C |
| P01 |
| P10 |
| P11 |

### 垂直布局（Vertical Memory Layout）

输入变量将相同变量的数据排列在一起。上例中的垂直内存布局如下例：

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| P00 | A | Memory |
| B |
| C |
| P01 | A |
| B |
| C |
| P10 | A |
| B |
| C |
| P11 | A |
| B |
| C |

### 流式布局（Stream Memory Layout）

输入数据为数据流的指针，需要进行二次寻址。每一条数据流均是一段连续的数据，流内数据是垂直布局，例如对于一组顶点数据，我们可以有：

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| A Vertex | A\* | Memory |
| B\* |
| C\* |

对应的Vertex Streams的布局为：

AB流：

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| V0 | A | Memory |
| B |
| V1 | A |
| B |
| … | … |

C流：

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| V0 | C | Memory |
| V1 | C |
| … | … |

## Shader流水线数据内存布局

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Data | Layout | Alignment |
| Vertex Stream Data | Stream | N/A3 |
| VS Constant Buffer | Vertical1 | 变量16字节对齐  成员由小到大排列  C Structure兼容  1, 2, 4, 8字节的同类型数据均被打包为16字节，首个成员为16字节对齐，余位补0值。如两个float2被打包为一个16字节的float4。  16字节以下的非2幂的数据均补齐至16字节。  对于matrix，将每行均补齐或打包至16字节。4 |
| VS Local Variable | Vertical | 同上 |
| Processed Vertex | Vertical | 同上 |
| Pre-Processing Pixel Block Data | Horizontal  ( 16 Pixels per block) | 变量16字节对齐。  每个Block均有16个像素水平布局而成。  16字节以下，非二幂大小的数据均补齐为2幂的大小。  对于matrix，将行打包或补齐至16字节。5 |
| PS Local Variable | Horizontal( 16 px per block) | 同上 |
| PS Constant Buffer | Vertical1 | 同VS Constant Buffer |
| Frame Buffer | Stream2 | N/A3 |

注1 Constant Buffer只有一份，所以为Vertical布局

注2 Frame Buffer一定流式布局的，而且基本上每个流都只有一个成员。

注3 流式数据均从外部获取，所以无法确定Alignment。一般情况下，2幂的数据对齐与其大小相同。非2幂的数据默认是非对齐的。

注4 （补充实例）

注5 （补充实例）

## Storage ABIs

### C

C-styled structure. Layout is unaligned.

### LLVM

Layout & Type is LLVM defined. (Peculiar, <n x float>)

### Vectorize

Repeat float to a platform specified SIMD vector. E.g., float v-> float4 (v, v, v, v ).

### Package

The size of package is logical SIMD parallel giant-size. This ABI is for I/O with pixel shader input/output.

### Cast between ABIs

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Src or Dest | C | LLVM | Vectorize | Package |
| C | — | Cast | Via LLVM | Via Vectorize |
| LLVM | Cast | — | Repeat | Via Vectorize |
| Vectorize | Via LLVM | Repack | — | Repeat |
| Package | Via Vectorize | Via Vectorize3 | Repack | — |

Cast Operations Total: 6 (C-L, L-C, L-V, V-L, V-P, P-V)

### Cast Operator definitions

#### Cast:

Cast between LLVM vector to LLVM structure for eliminate or satisfy alignment requirements.

#### Repeat:

Copy data or fill null data to composite vector.

#### Repack:

Change the package to a group of element. The elements must be continuous in space, and the size of destination is as same as package’s elements.

# 指令生成

## Vertex Shader

## Pixel Shader

### Constant vs. Block

复制展开Constant为一个SIMD单元。如一个float重复四次成float4，float2重复两次成float4，float3补充0.0后为一个float4。然后对所有数据进行并行操作。操作步骤由指令决定。

### Constant vs. Constant

将两个Constant复制展开成SIMD单元后操作。

### Block vs. Block

以SIMD单元为单位操作。

## Pixel Shader的分支处理

### 分支执行记号（Branch Execution Tag）与分支处理

### If与Switch-case分支处理

Return语句:

Source code:

float return\_if( bool v ){

float f = 0.0;

if (v){

f = 2.5f;

return f;

}

f += 2.2f;

return f;

}

Pseudo generated code:

float return\_if( bool v ){

float \_\_ret;

float f;

f.set\_value(0.0f);

f.set\_mask\_value(v, 2.5f);

\_\_ret.set\_mask\_value(v, f);

float tmp = f.add( f.get\_value(!v), 2.0f );

f.set\_value( !v, tmp );

\_\_ret.set\_value(!v, f);

return \_\_ret.get\_value(true);

}

### While与for分支处理