



---

# 从GPU视角看Linux图形栈

---

汇报人：黄虎才

# 目录

## Contents

一、开放图形标准技术演进

二、GPU芯片架构的演进

三、Linux图形栈的演进

四、图形系统的发展趋势



1

---

## 开放图形标准技术演进

---

# 3D图形标准OpenGL技术演进

OpenGL 1.x 系列

OpenGL 2.x 系列

OpenGL 3.x 系列

OpenGL 4.x 系列

1992~2003

OpenGL 1.0~1.5

1.4 中引入 GPU 编程着色语言  
GLSL 1.0 作为 OpenGL 的扩展

2004~2008

OpenGL 2.0~2.1

正式引入 GLSL

2008~2010

OpenGL 3.0~3.3

3.2 引入几何着色器

2010~2017

OpenGL 4.0~4.6

4.0 引入曲面细分着色器

4.3 引入计算着色器

4.6 增加对 SPIR-V 着色器的支持

# 新一代图形标准Vulcan

Vulcan1.0

Vulcan1.1

Vulcan1.2

2016.02

高性能、跨平台的GPU编程接口  
直接控制GPU获取更高性能  
为用户提供更多灵活性

2018.03

更多功能扩展

2020.03?



2

---

## GPU芯片架构的演进

---

# 渲染架构的演进

•20世纪80年代中期，功能逐渐完善的显示控制



•20世纪80年代末，2D加速，如位块传输、矩形填充等



•20世纪90年代中期，Gouraud染色、深度缓存的应用，开启了3D加速



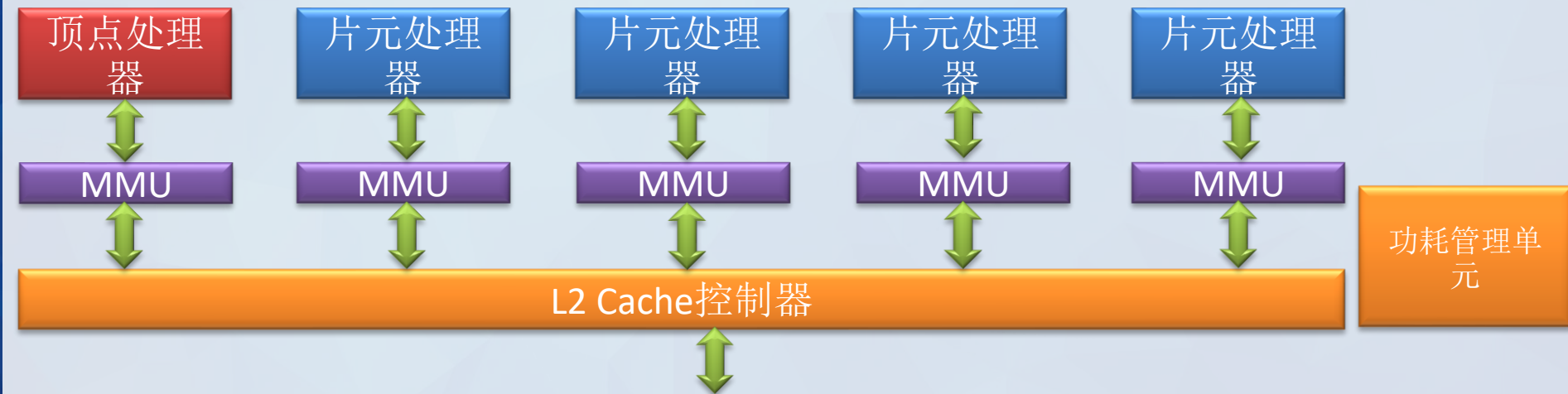
•20世纪90年代末，顶点着色与片元着色相互分离，固定管线演化为可编程着色管线



•2006年，将顶点着色与片元着色相统一，实现统一着色器，开启新一代革命性渲染架构

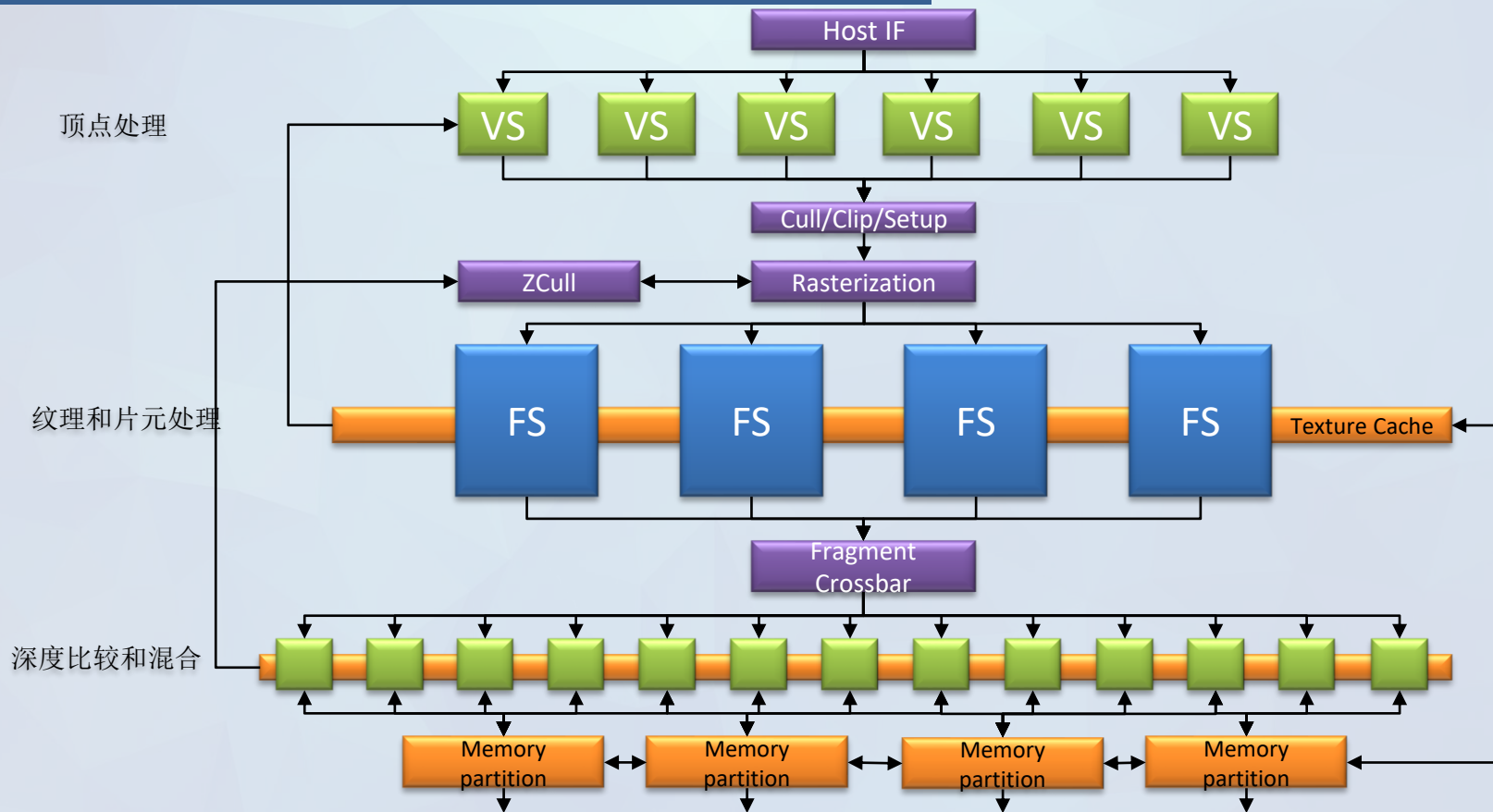


# 分离式渲染架构—mali 400

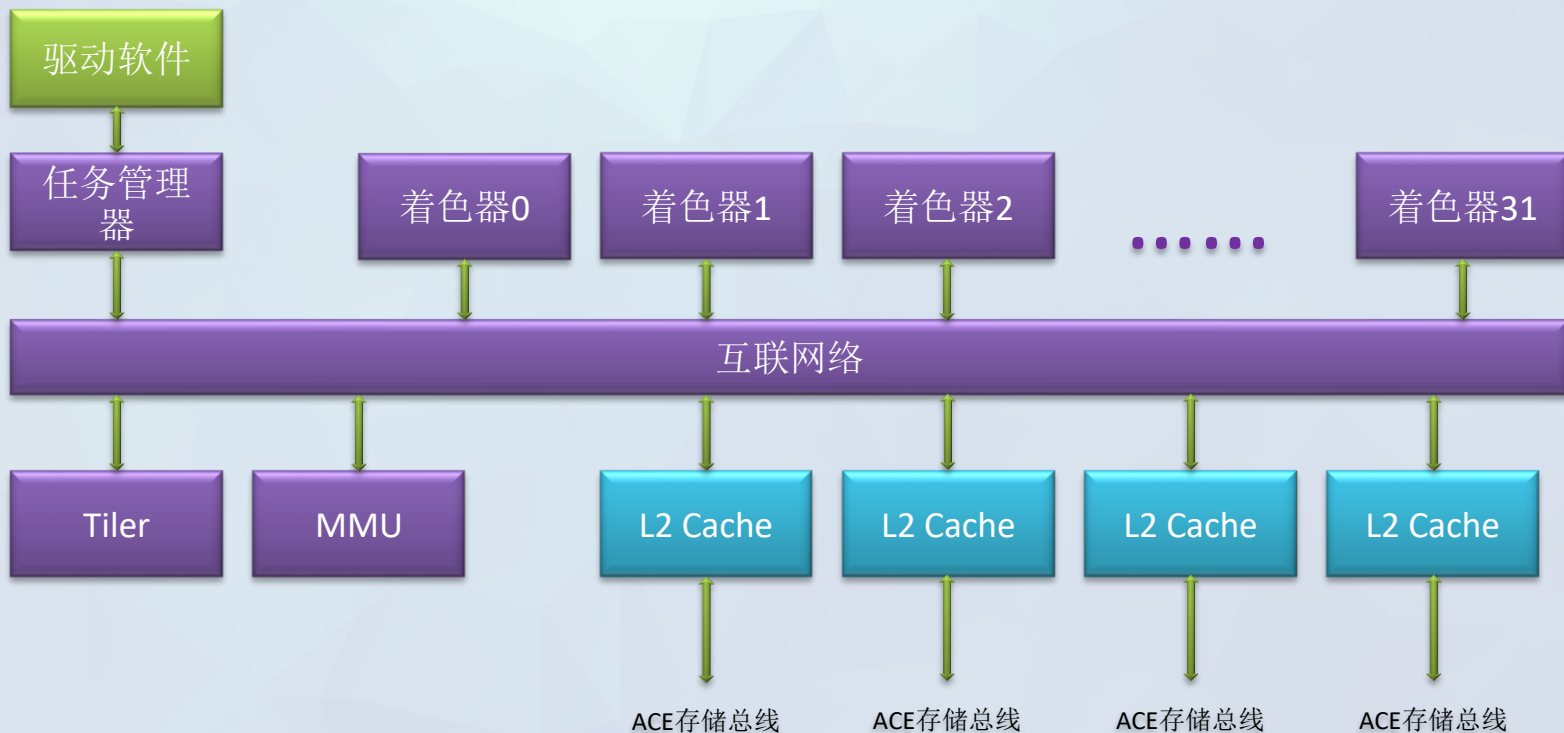




# 分离式渲染架构—Geforce 6800



# 统一渲染架构—ARM Bifrost



# 统一渲染架构—GenBu



# 统一渲染架构—NVIDIA Volta GPU



# 统一渲染架构—NVIDIA Volta GPU



# GPU芯片架构规模演进和对比—NVIDIA Tesla 系列GPU

Tesla 产品	Tesla K40	Tesla M40	Tesla P100	Tesla V100
GPU	GK180 (Kepler)	GM200 (Maxwell)	GP100 (Pascal)	GV100 (Volta)
SM 数量	15	24	56	80
TPC 数量	15	24	28	40
FP32 核心数/SM	192	128	64	64
FP32 核心数/GPU	2880	3072	3584	5120
FP64 核心数/SM	64	4	32	32
FP64 核心数/GPU	960	96	1792	2560
Tensor 核心数/SM	NA	NA	NA	8
Tensor 核心数/GPU	NA	NA	NA	640
GPU 加速频率	810/875 MHz	1114 MHz	1480 MHz	1530 MHz
FP32 TFLOPS 峰值 <sup>1</sup>	5	6.8	10.6	15.7
FP64 TFLOPS 峰值 <sup>1</sup>	1.7	0.21	5.3	7.8
Tensor TFLOPS 峰值 <sup>1</sup>	NA	NA	NA	125
纹理单元数量	240	192	224	320
显存位宽	384 位 GDDR5	384 位 GDDR5	4096 位 HBM2	4096 位 HBM2



# GPU芯片规模演进和对比—NVIDIA Tesla 系列GPU比较

显存容量	最大为 12 GB	最大为 24 GB	16 GB	16 GB
L2 缓存大小	1536 KB	3072 KB	4096 KB	6144 KB
共享内存大小/SM	16 KB/32 KB/48 KB	96 KB	64 KB	最大可配置为 96 KB
寄存器文件大小/SM	256 KB	256 KB	256 KB	256KB
寄存器文件大小 /GPU	3840 KB	6144 KB	14336 KB	20480 KB
TDP（热设计功耗）	235 W	250 W	300 W	300 W
晶体管数量	71 亿	80 亿	153 亿	211 亿
GPU 芯片大小	551 mm <sup>2</sup>	601 mm <sup>2</sup>	610 mm <sup>2</sup>	815 mm <sup>2</sup>
制造工艺	28 nm	28 nm	16 nm FinFET+	12 nm FFN

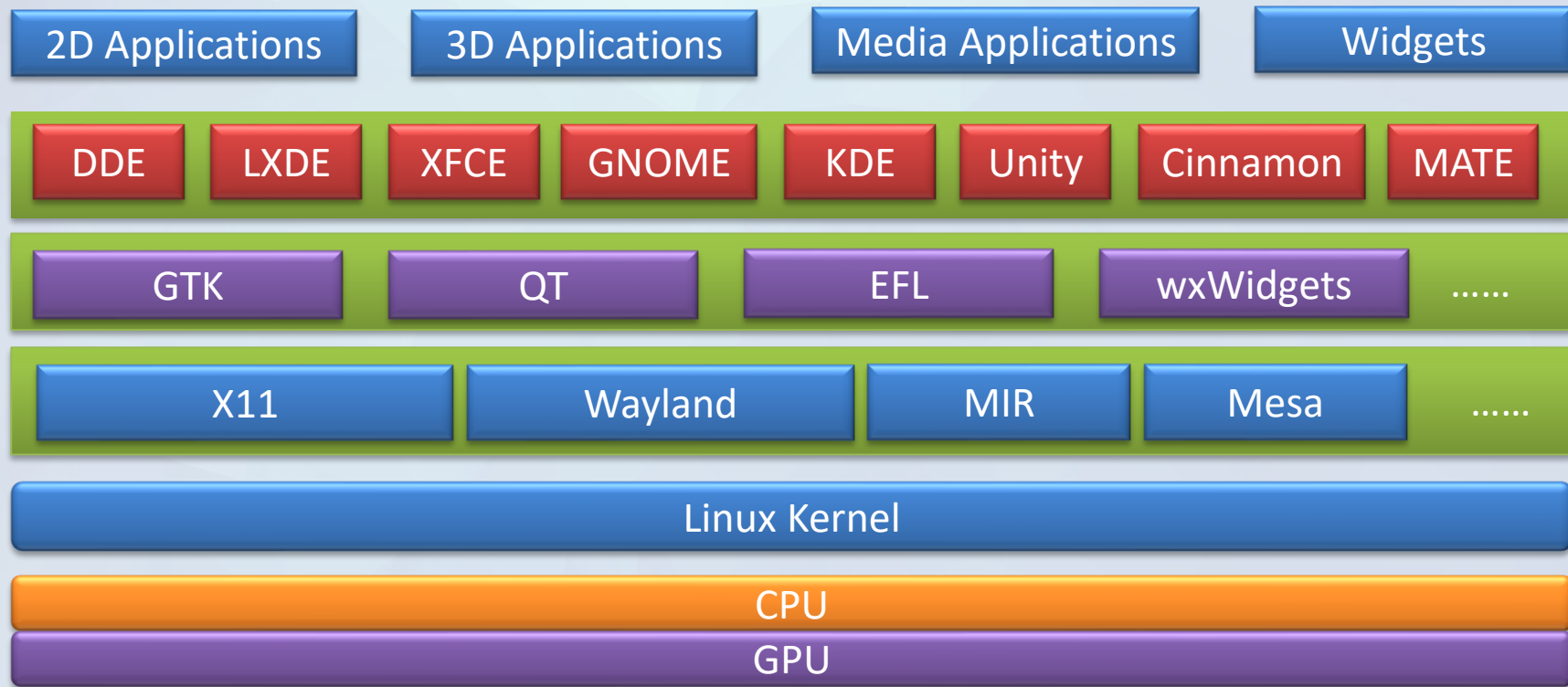
<sup>1</sup> TFLOPS 峰值速率基于 GPU 加速频率测试

# 3

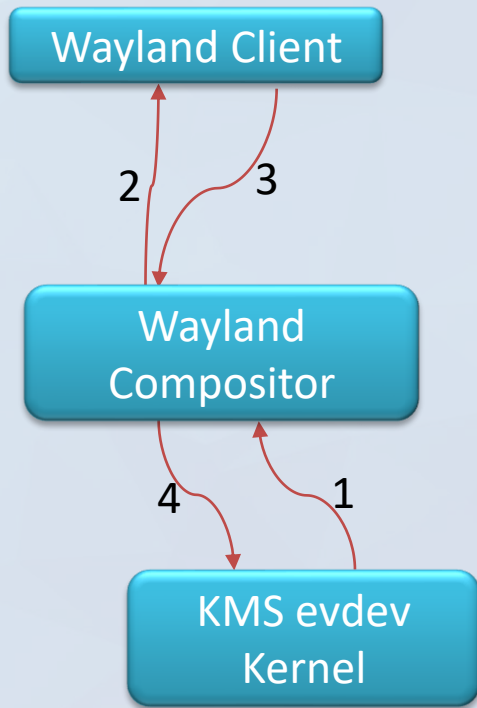
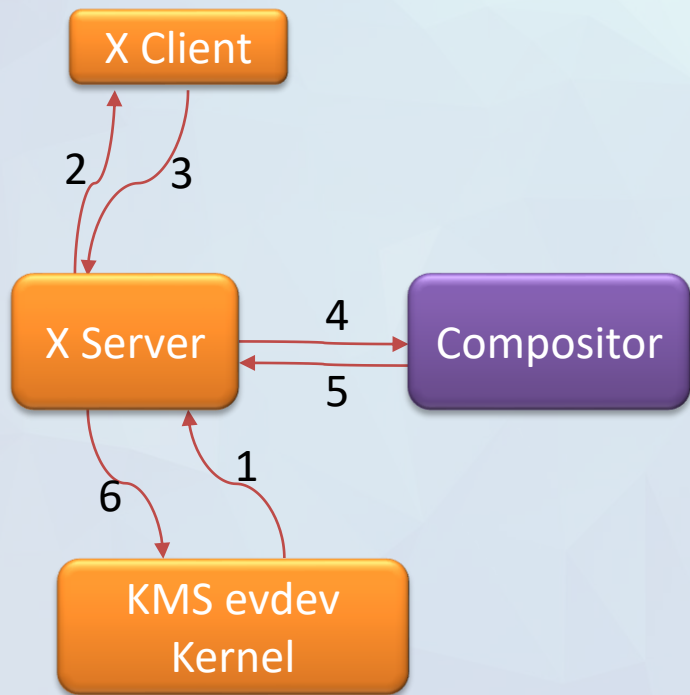
## LINUX图形栈的演进



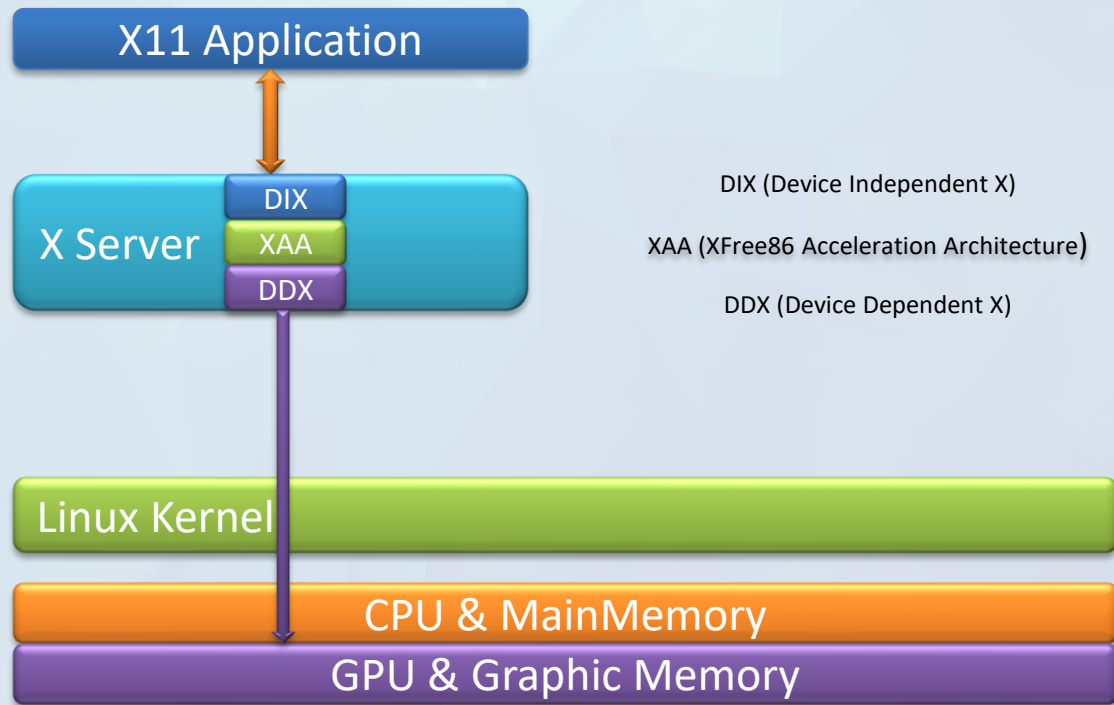
# Linux图形栈



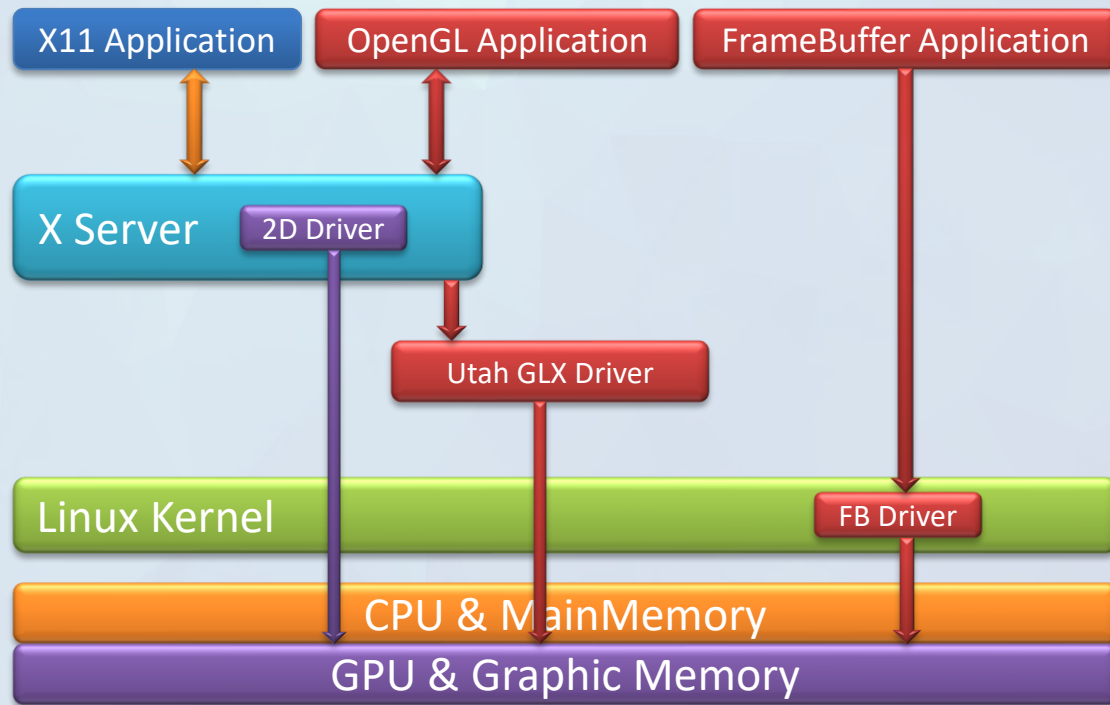
# Linux图形栈基础框架—X11 vs Wayland



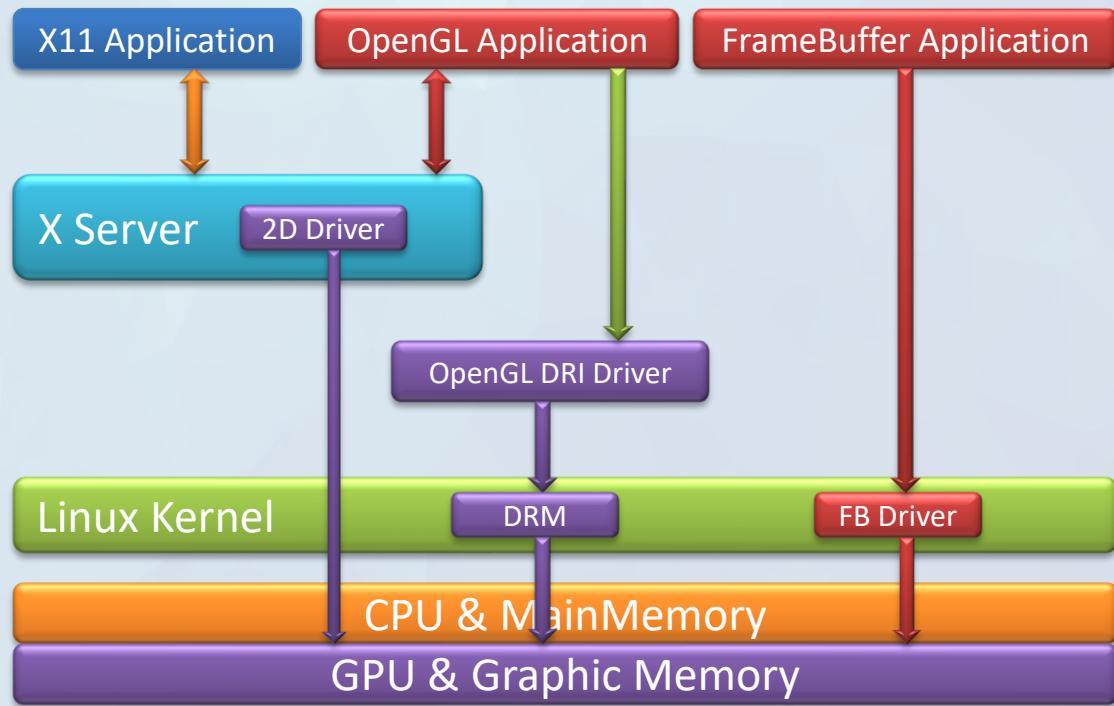
# X11图形数据流—2D时代



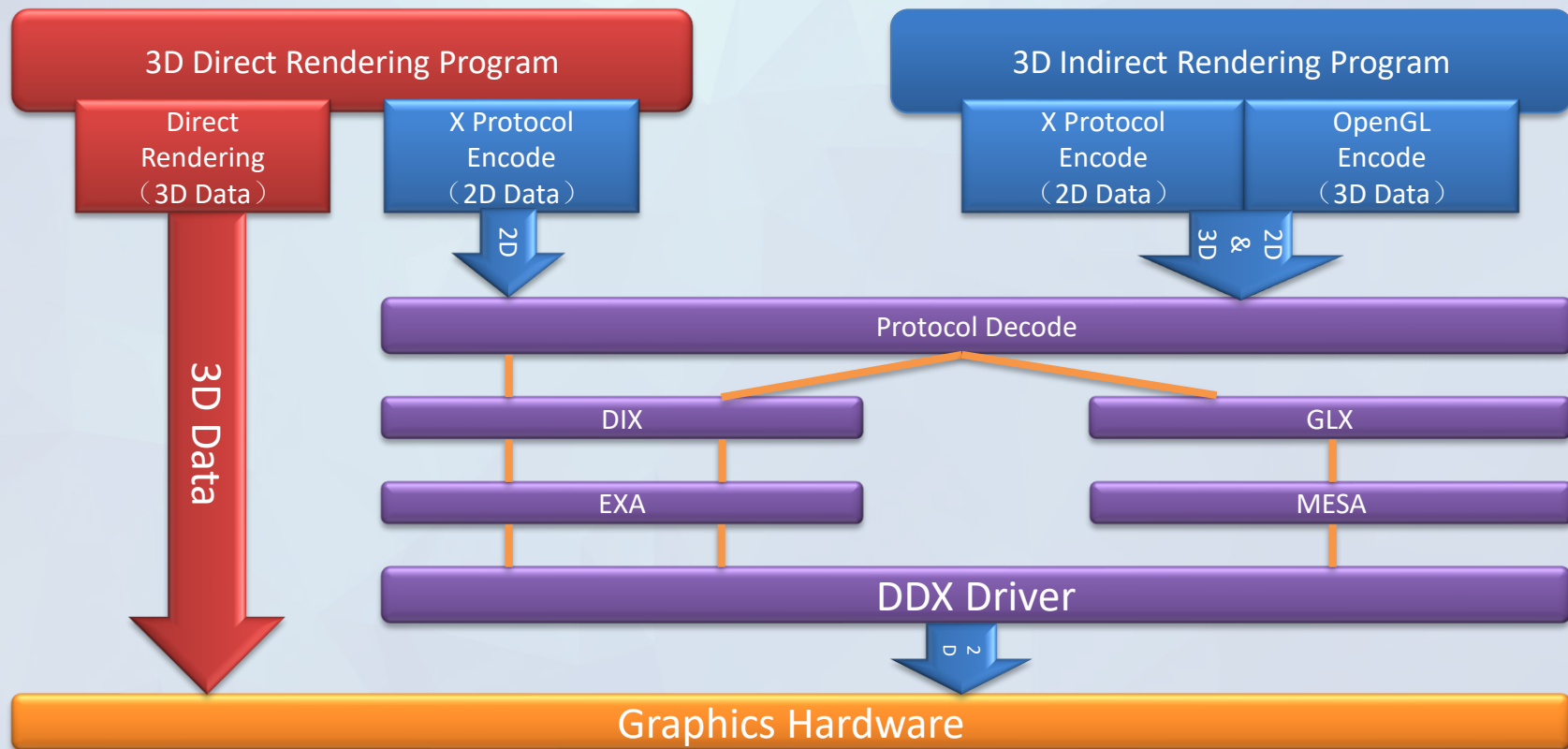
# X11图形数据流—3D时代（间接渲染）



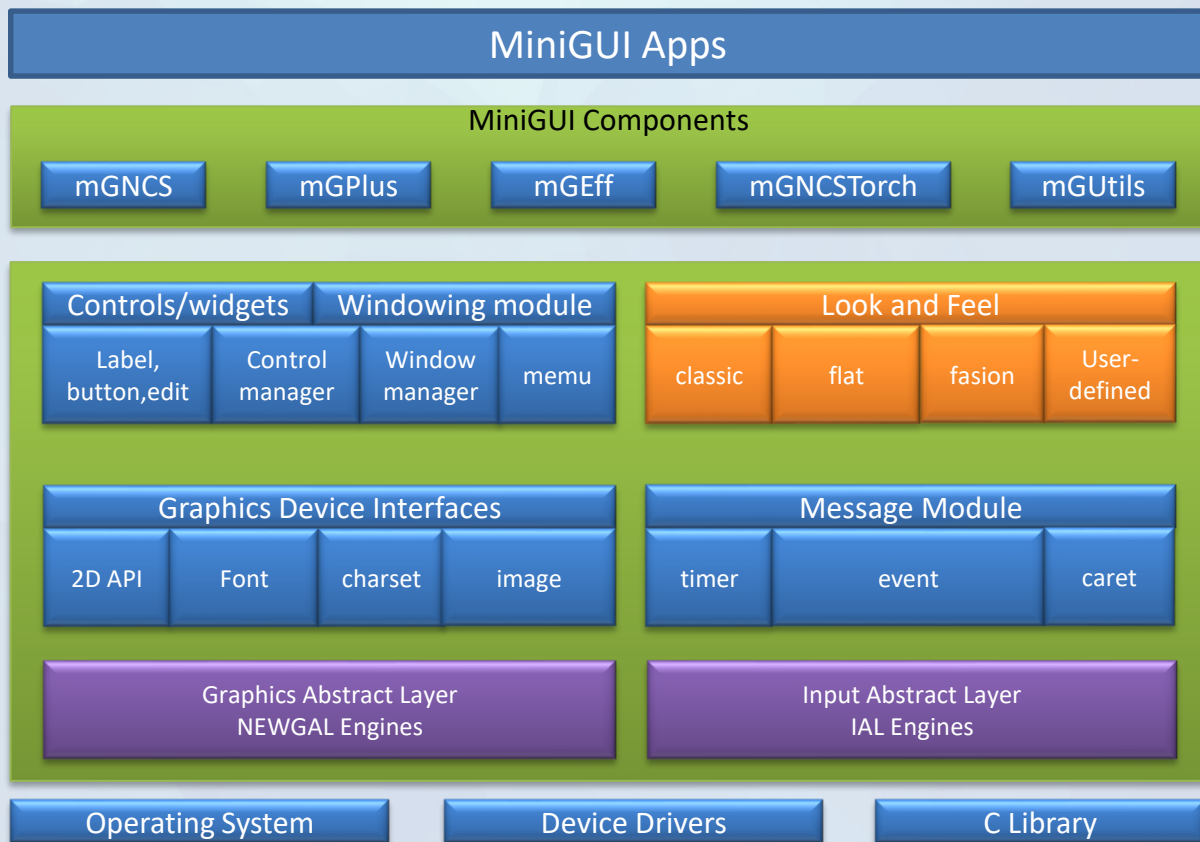
# X11图形数据流—3D时代（直接渲染）



# X11 3D图形数据流



# 嵌入式系统图形栈—minigui



# 桌面vs嵌入式

## 桌面

渲染场景相对复杂

丰富的特效

功耗限制小

3D逐渐成为主流

显示存储与系统内存相分离



## 嵌入式

渲染场景相对简单

特效需求低

低功耗设计

2D为主流应用

统一的显示存储和系统内存



# 4

## 图形系统的发展趋势

# 图形系统分类



# 图形系统之高性能图形处理器

更高的效能

更高的算力

更新的渲染架构

更丰富的加速指令

更高的存储带宽

# 图形系统之低功耗图形处理

更高的效能

更低的功耗

更丰富的图形硬件架构

新型 CPU+图形处理硬件 组合模式

# 图形系统之图形软件

优化的窗口系统

更优化的渲染技术

桌面领域，3D渲染逐渐成为主流

更丰富逼真的视觉效果

更高性能的图形中间件

The background is a dark blue field with a low-poly, geometric pattern of various shades of blue. Two thick, white horizontal lines are positioned above and below the central text.

**谢谢聆听！**