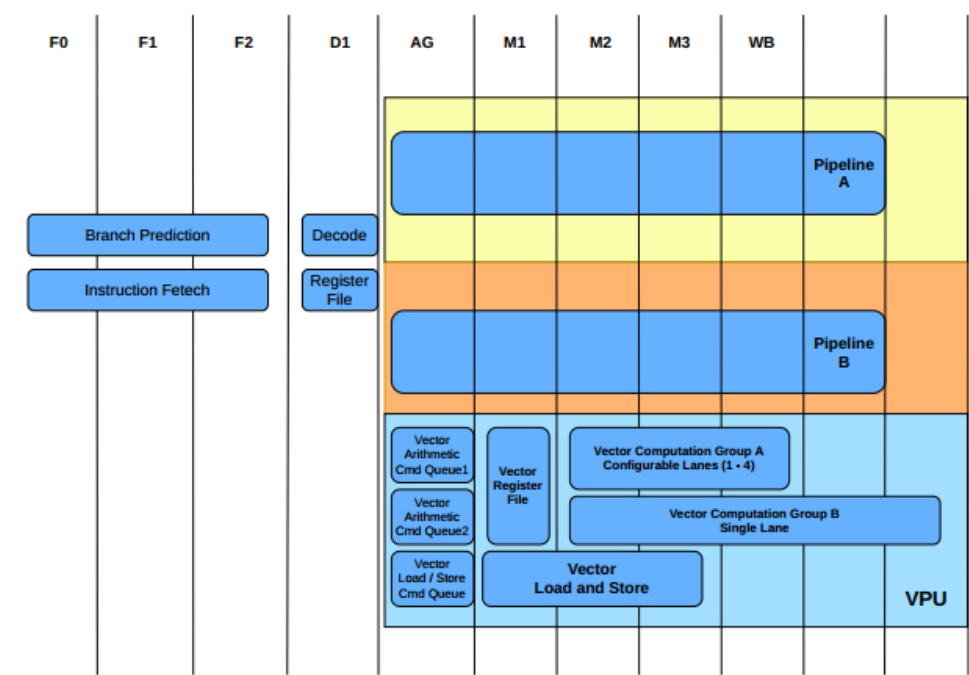


RISC-V 扩展软硬一体 优化提升应用性能

芯来科技 胡进
Nuclei Technology

- 基于Verilog的代码设计, PPA拥有较大的优势, 易于SoC集成
- 高主频, 可匹配主核CPU
- 强大的算力以及灵活的可配置选项
- 实现VLM Port & Vector Store Buffer, 进一步提升VPU 访存能力
- IOCP 端口方便整合外部VPU 单元

芯来的900系列都支持Vector扩展指令且可配置，包括RV32 N900 和RV64 的NX900/UX900 都按Vector version1.0 实现，其实现的框图和特色如下：

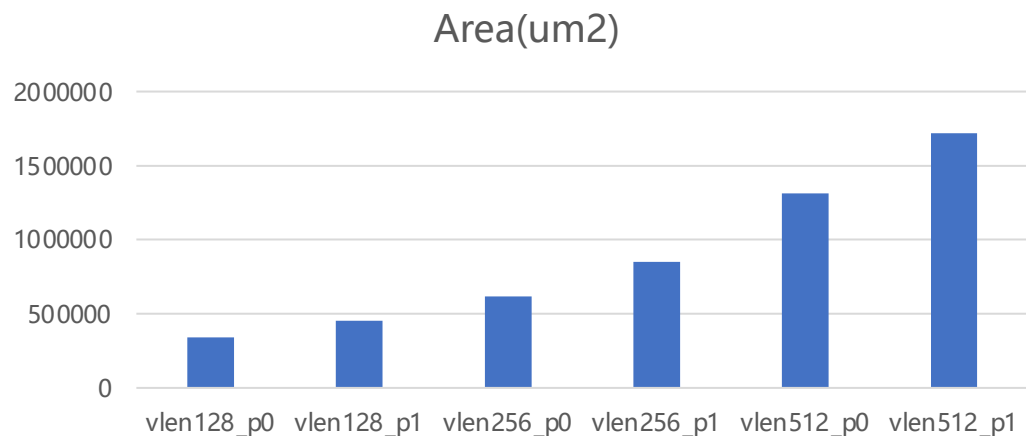
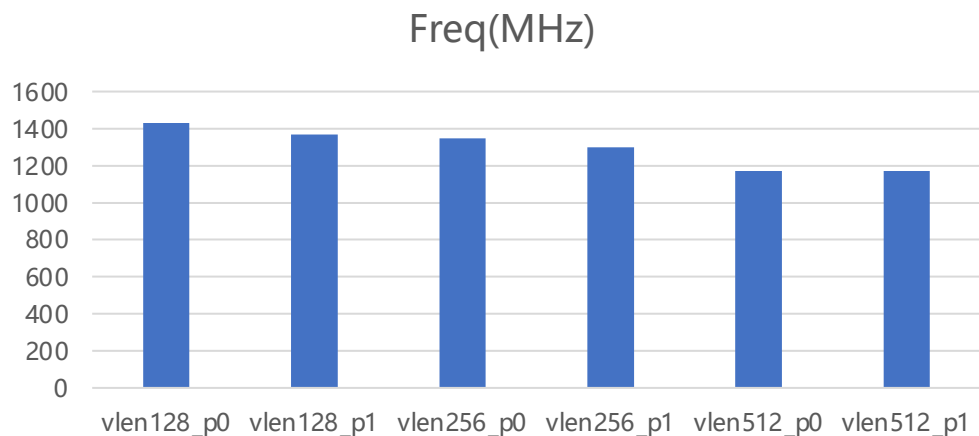


- Vector 指令分为三个Queue: 常见运算指令; 非常见指令; Ld/St
- 参数可配置
- 支持1.0 定义的所有Ld/St 指令
- 支持Vector Chaining
- 支持 8/16/32/64 整数; 8/16/32/64 定点; 16/32/64 浮点以及 BF16

Nuclei VPU 进一步可配置，以满足用户不同场景的需要：

	P0	P1
128	VLEN= 128, DLEN = 64	VLEN= 128, DLEN = 128
256	VLEN= 256, DLEN = 128	VLEN= 256, DLEN = 256
512	VLEN= 512, DLEN = 256	VLEN= 512, DLEN = 512

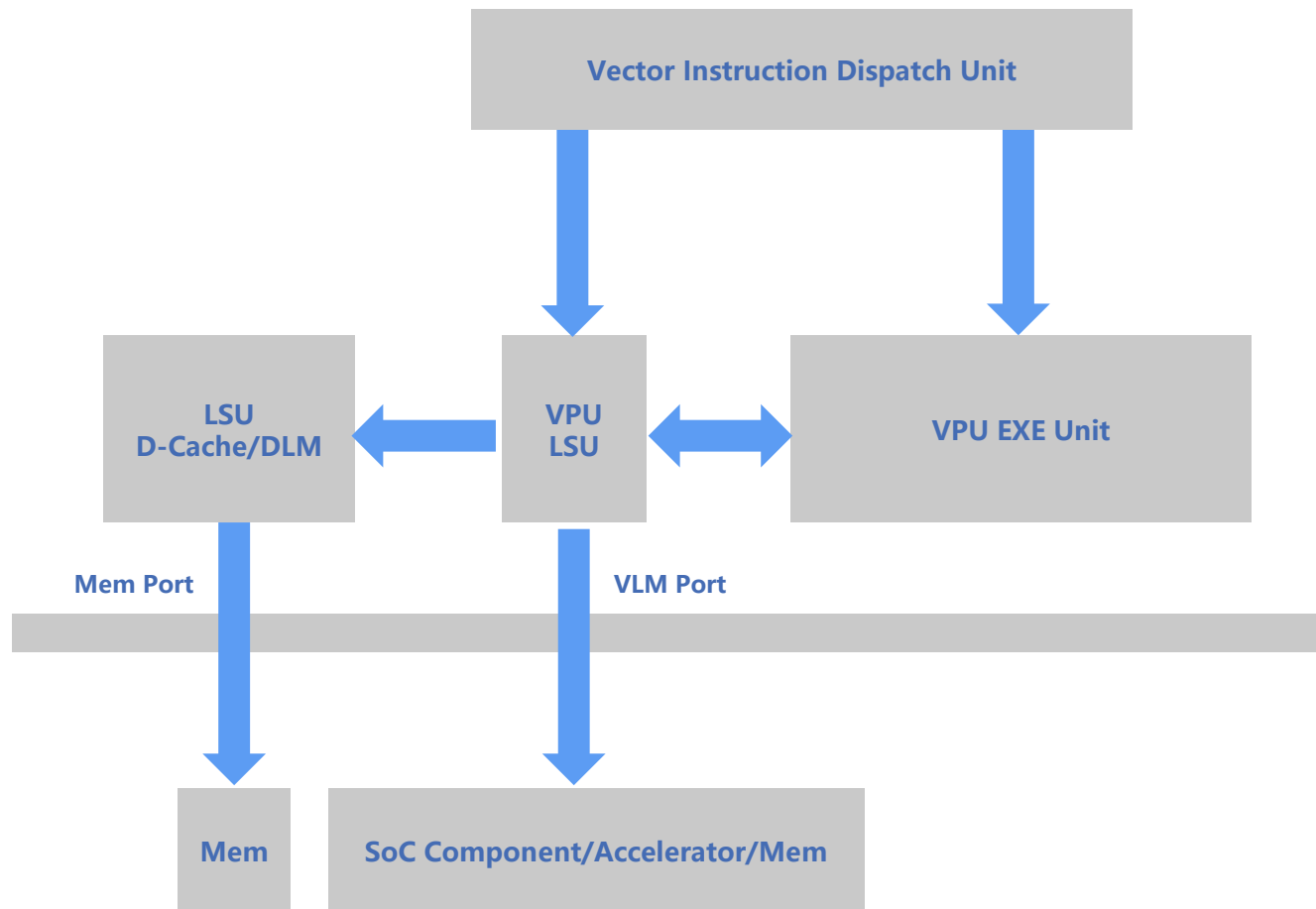
- P0配置适合访存/运算 ≥ 2 的运算场景，比如FFT； P1 配置适合访存/运算 < 2 的场景，比如矩阵乘。
- 不同配置的频率和面积的数据如下：



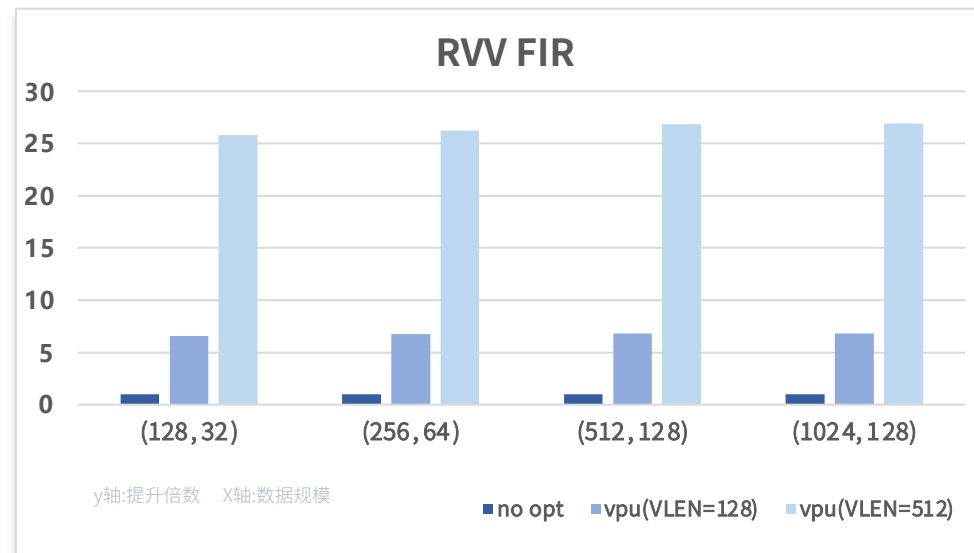
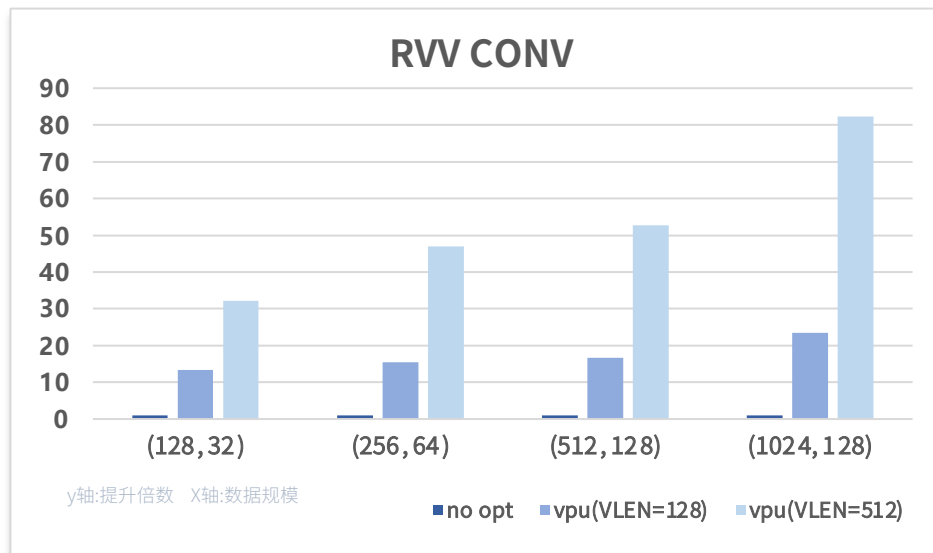
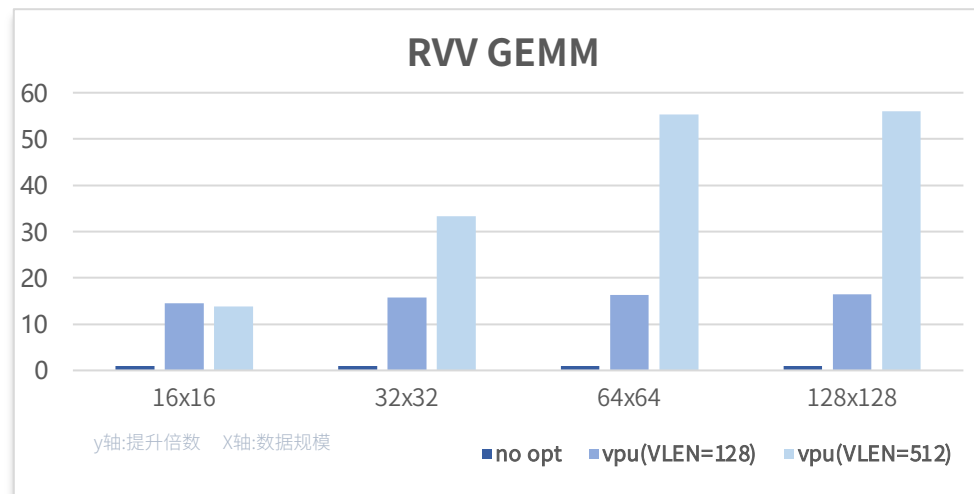
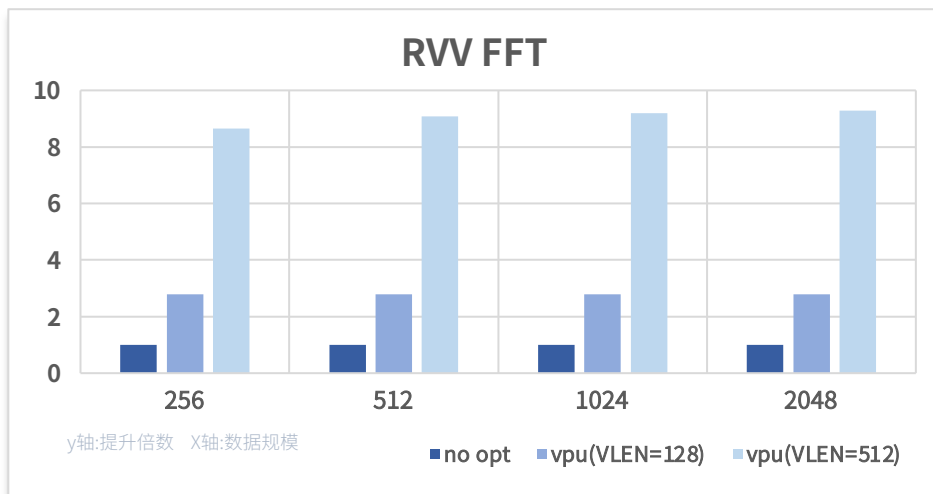
tsmc28_hpcp_9t_ssg0p81vm40c_ccs(rvt) @ 1500MHz

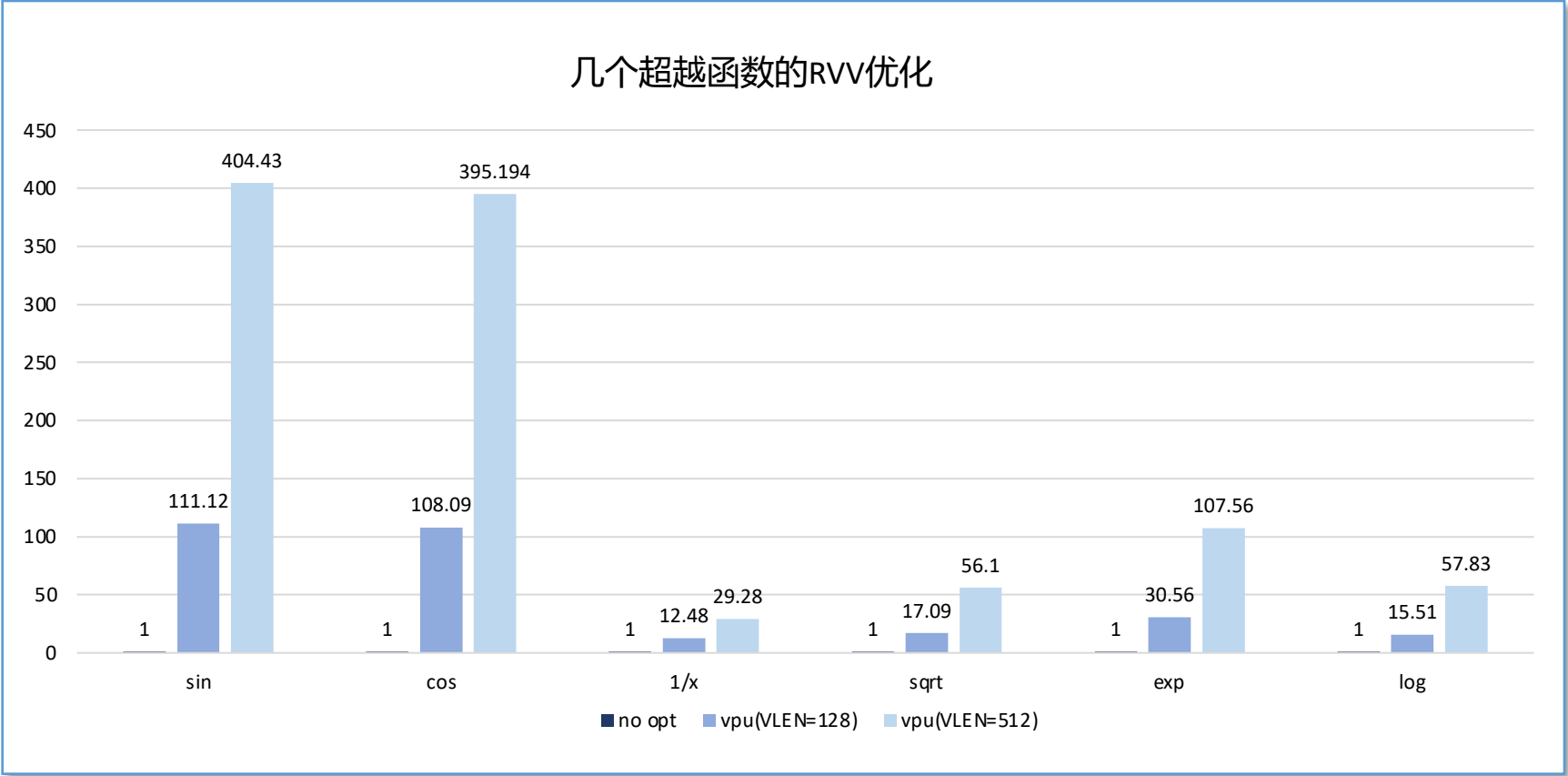
Vector Local Memory Port(VLM):

- 和主核LSU共享memory port
- 性能提升需求可以配置单独VLM port
- VLM port可单独连接加速器及memory

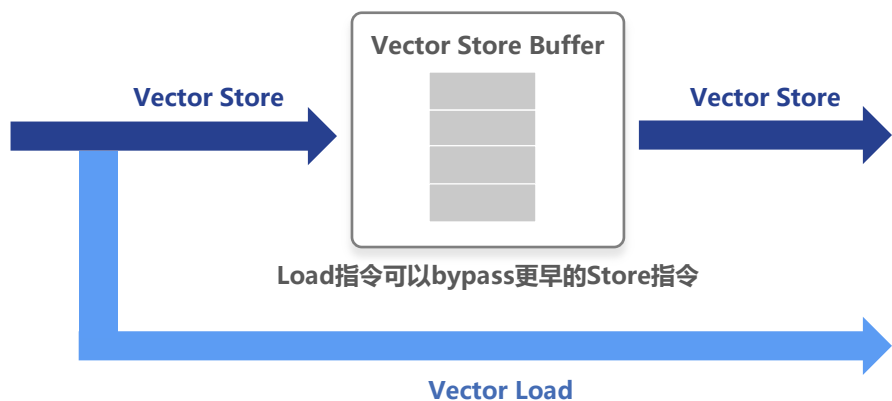
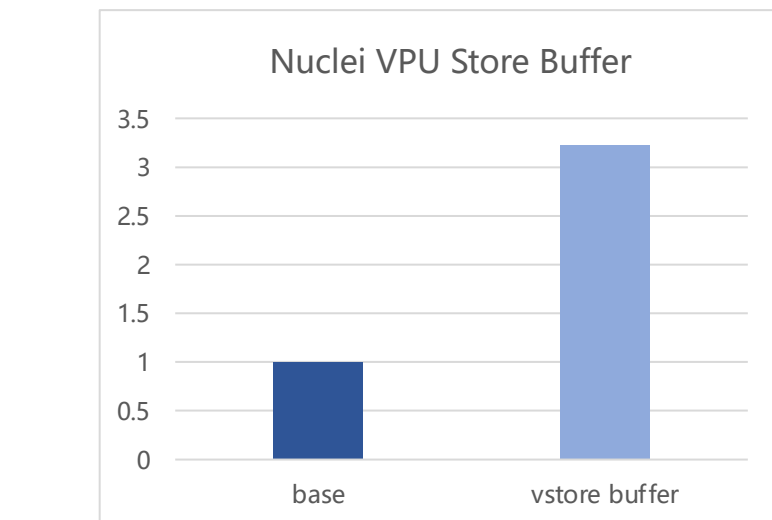


NUCLEI VPU 软硬优化结果





NUCLEI VPU 实现Store Buffer 性能提升



Vector Store

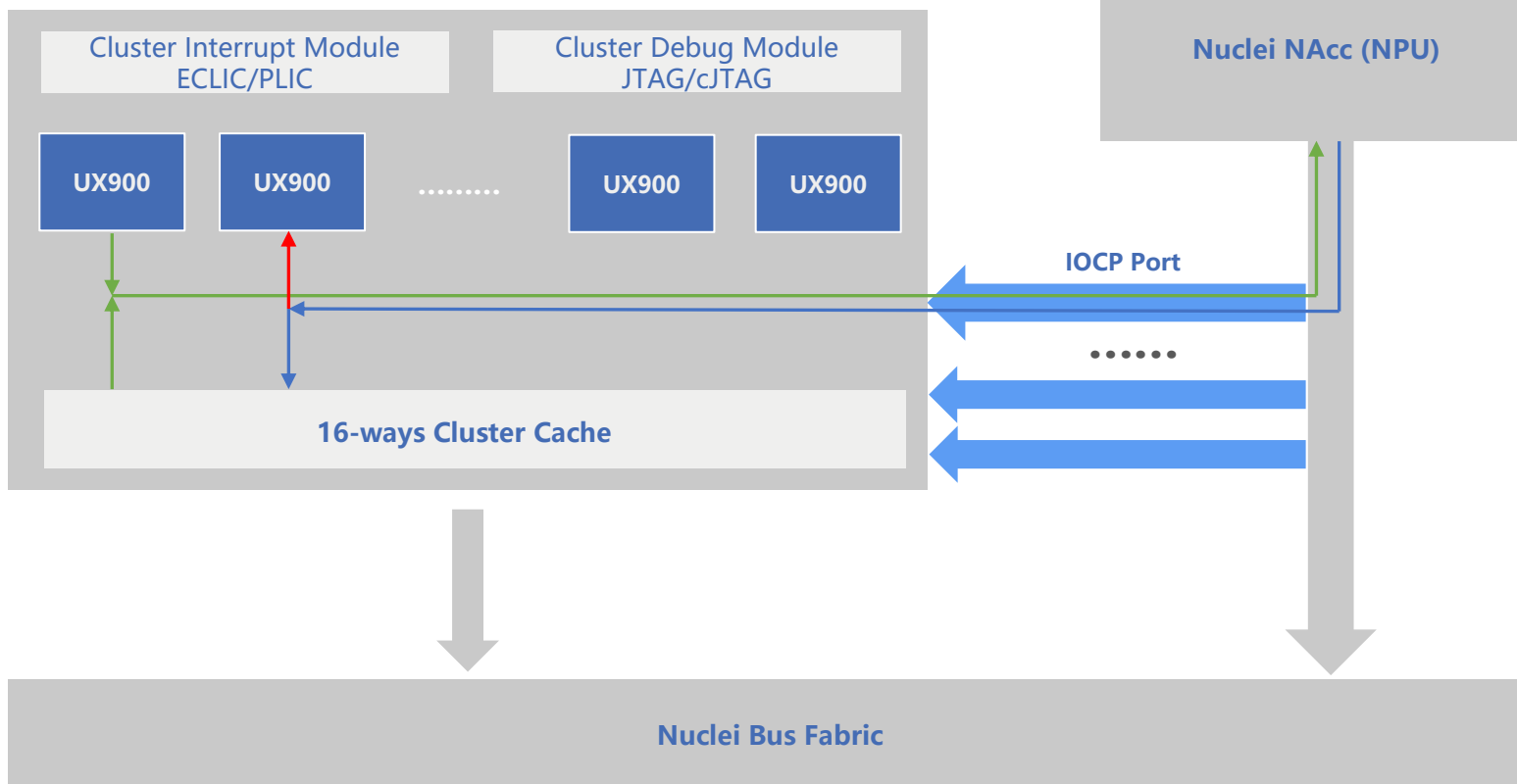
Vector Load

```
vsetvli a5,a0,e32,m1,ta,ma
vle32.v v8,(t6)
addi a5,t6,64
vle32.v v0,(a5)
addi a5,t6,128
vle32.v v1,(a5)
addi a1,t6,192
vfmax.vv v10,v0,v1
vfmax.vv v12,v8,v10
vse32.v v12,(t4)
addi a5,t4,64
vle32.v v16,(t3)
addi a4,t3,64
vle32.v v18,(t1)
addi a2,t1,64
vfmax.vv v12,v12,v16
vfmax.vv v12,v12,v18
vse32.v v12,(t0)
addi a3,t0,64
vsetvli a7,a6,e32,m2,ta,ma
addi t5,t3,1600
vle32.v v4,(a1)
vle32.v v16,(a4)
vle32.v v20,(a2)
vsetvli a7,a0,e32,m1,ta,ma
vfmax.vv v24,v10,v4
vse32.v v24,(a5)
vfmax.vv v10,v4,v5
vfmax.vv v25,v10,v1
addi a7,a5,64
vse32.v v25,(a7)
vsetvli a7,a6,e32,m2,ta,ma
addi a7,a1,128
vle32.v v0,(a7)
addi a1,a1,256
vfmax.vv v16,v16,v24
vfmax.vv v16,v16,v20
vse32.v v16,(a3)
addi a7,a4,128
vle32.v v16,(a7)
```


IO Coherence Port(IOCP):

- 保障加速器与CPU的缓存一致性
 - 读取：
 - 从Core的缓存读取数据
 - 如果Miss则去系统级缓存读取
 - 存写：
 - Invalidate每个Core的缓存数据
 - 存写到系统级缓存
- 灵活配置，接口数量可选
- 方便整合外部加速器、VPU等

900 Cluster Wrapper





THANK YOU