



基于FPGA的视频图像特征识别和对比

FPGA Based Video Image Feature Recognition and Comparison

Presented By



Name 张军 (Jun Zhang)

Title FPGA应用加速产品线总监 (Directory, FPGA Application Acceleration)

Date 2018-10-16



视频数据成为互联网数据的主流

贝尔实验室咨询部门发布的2016年互联网研究报告显示：
到 2020 年，视频数据流量将占据新增流量的80%

主流视频相关APP，相信你的手机中总有其中一款



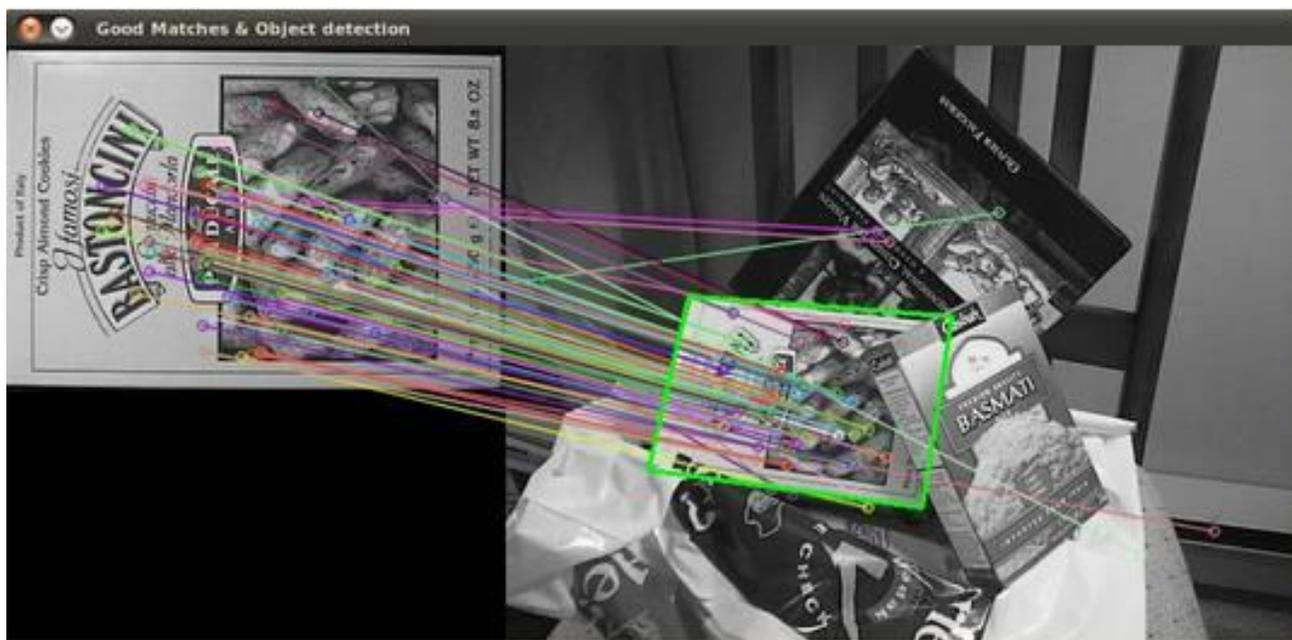
数据中心视频处理的性能需求越来越高，服务器升级已经很难满足，FPGA
成为了优选的高性能解决方案之一

Data Center 视频数据的处理分析需求

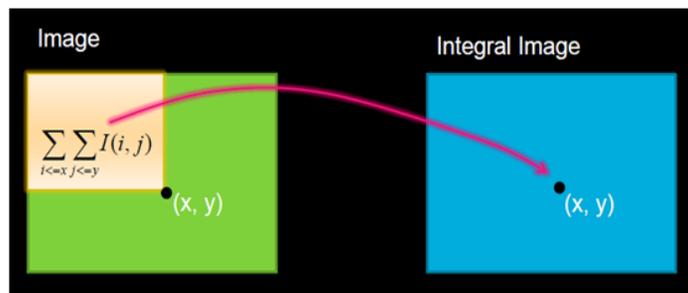
视频数据的处理需求

- 1、实时转码——适应不同终端的播放需求
- 2、内容比对——审核监管需求
- 3、内容识别——数据价值挖掘

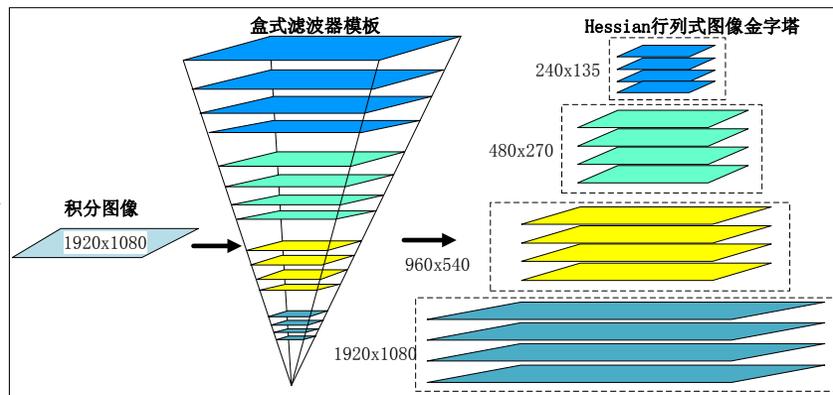
我今天介绍的方案，就是视频图像识别对比中的一种，
基于SURF算法的视频图像识别对比



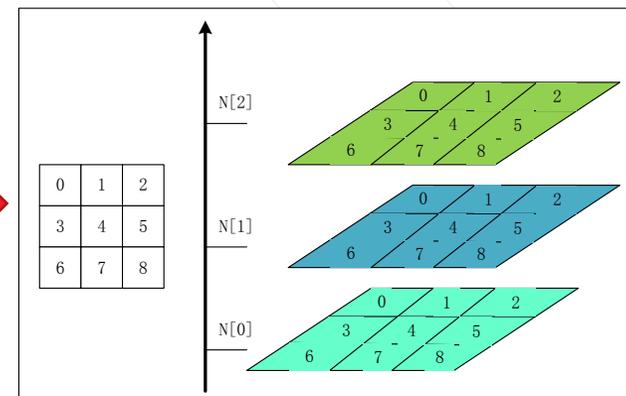
OpenCV中的SURF图像特征识别和提取



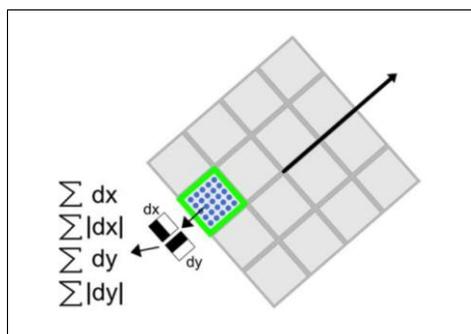
a. 积分图像计算



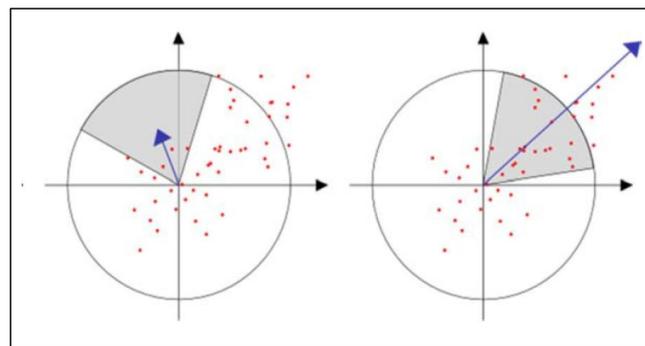
b. 尺度空间(Hessian行列式)



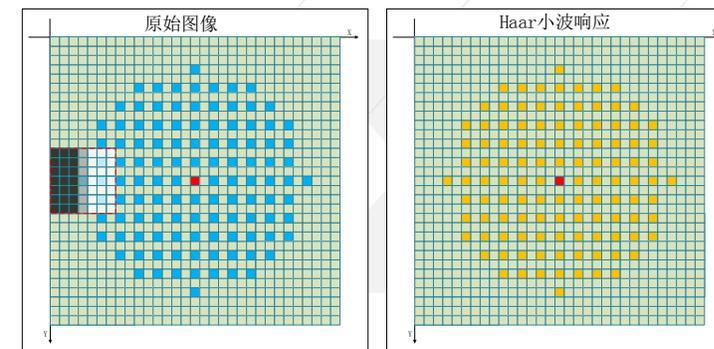
c. 极值检测



f. 特征向量生成



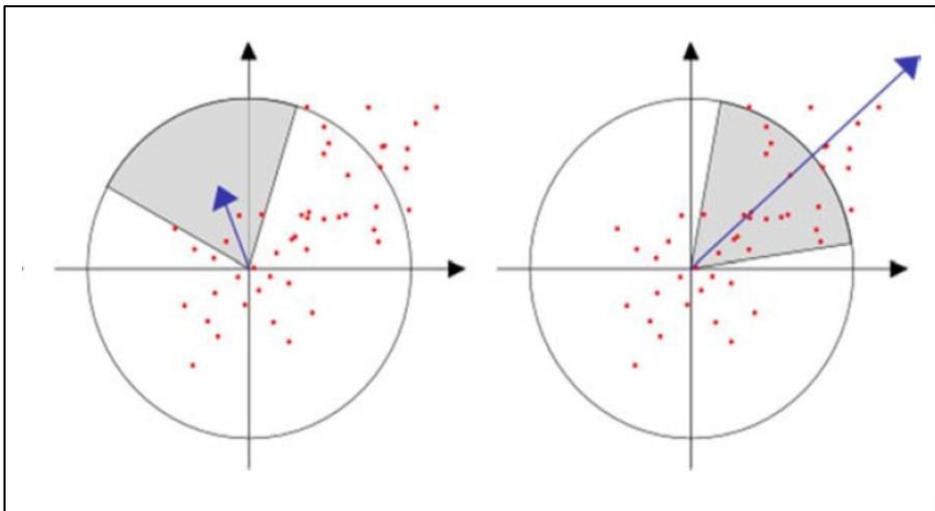
e. 特征点主方向定位



d. Haar小波过滤

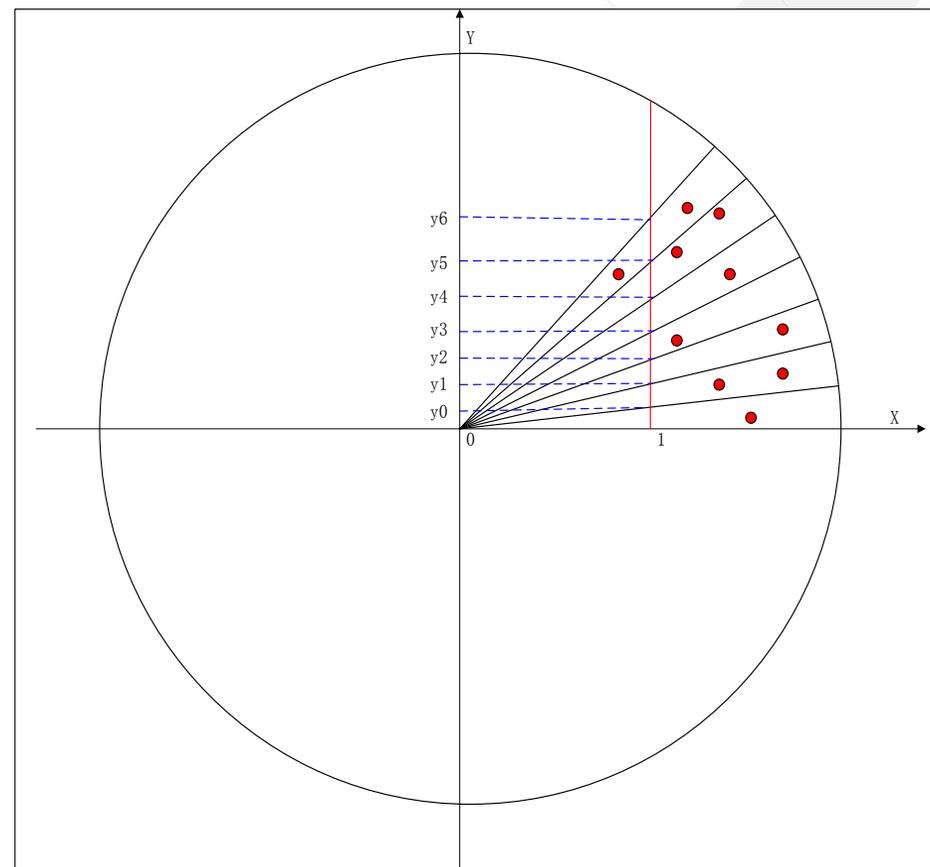
SURF算法中主方向定位的软件和FPGA实现区别

60度角度的扇形区域中所包含的特征点最多的方向中心为主方向，每次统计扇形区域旋转5度角度



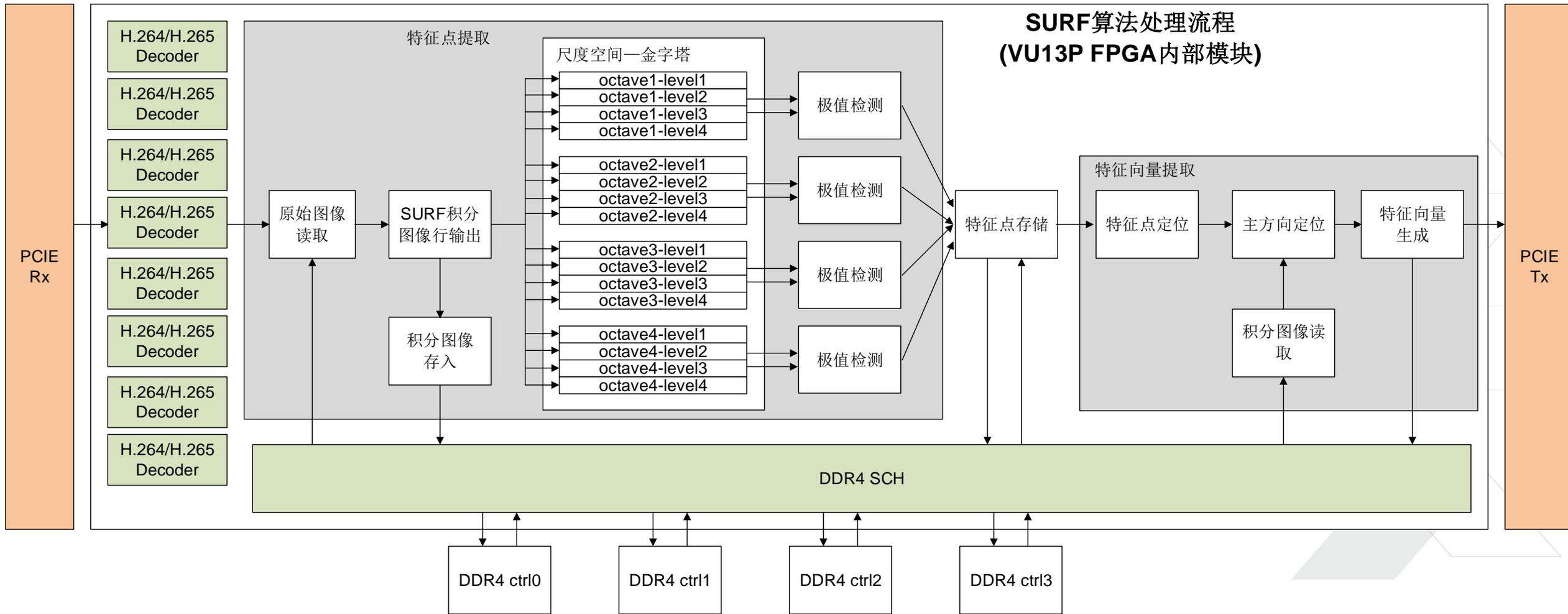
$$\theta_w = \arctan \left(\frac{\sum_k x}{\sum_k y} \right)$$

软件的主方向定位方法：
计算角度，再统计60度角度内点分布



FPGA的主方向定位方法：
按照tan值进行5度分区，5度内统计，再每12个分区进行求和

基于FPGA的SURF处理流程



FPGA的SURF算法实现的性能评估

性能指标：FPGA单卡实现64路1080P@30fps

帧速率：单卡 $64*30=1920\text{fps}$

像素速率：单卡 $64*30*(1920*1080)=3.84\text{G pixel/s}$

Bit速率：单卡 $64*30*(1920*1080)*8=30.72\text{Gbps}$

最大速率：单卡 $64*30*(1920*1080)*32=122.88\text{Gbps}$ (积分图像为最大数据瓶颈点)

方案设计(单路SURF并行处理4个像素点)

1、单路SURF输入接口速率： $32\text{bit}*250\text{Mhz}=8\text{Gbps}$

2、单路SURF积分图像速率： $128\text{bit}*250\text{Mhz}=32\text{Gbps}$

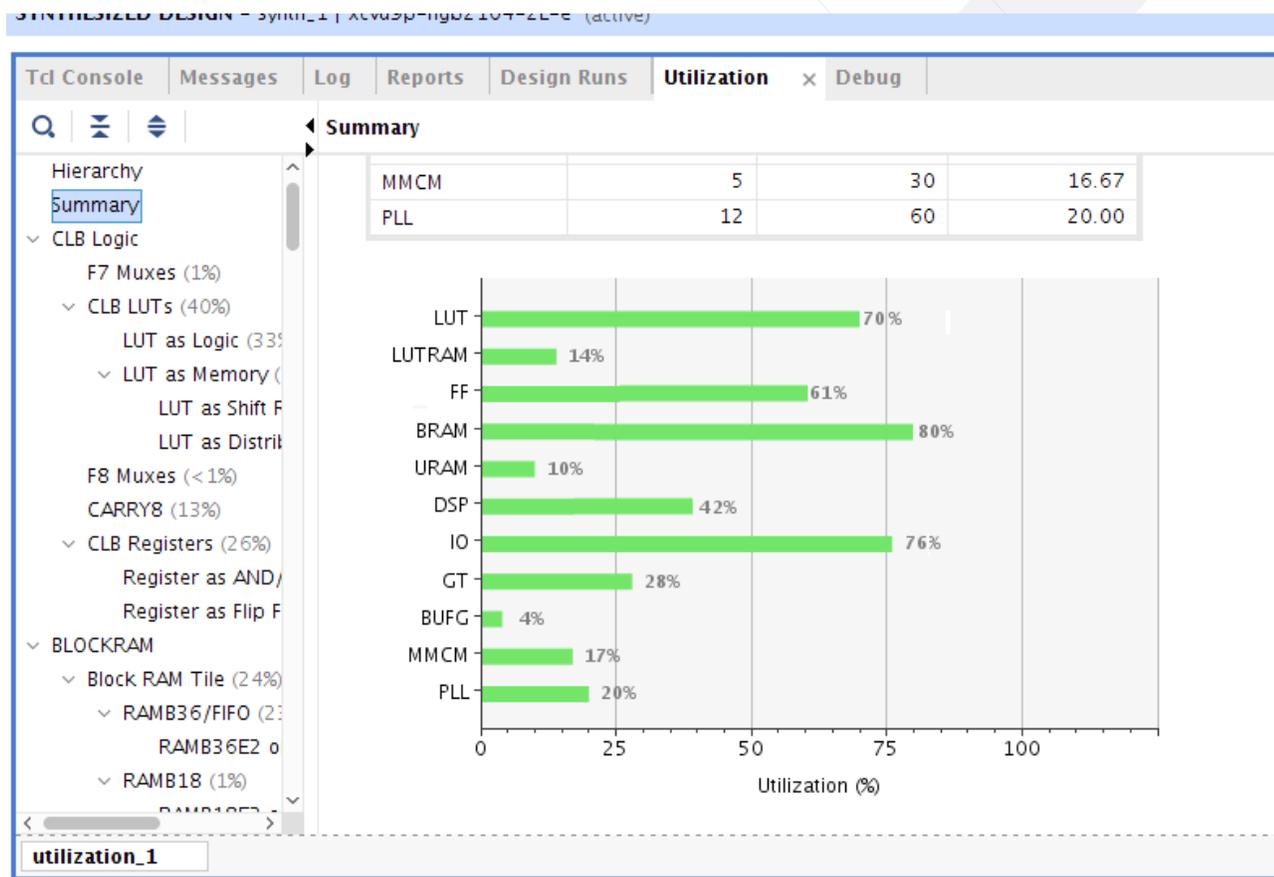
内部采用4路并行的SURF处理模块：

1、总输入接口速率： $8\text{Gbps}*4=32\text{Gbps} > 30.72\text{Gbps}$

2、总积分图像速率： $32\text{Gbps}*4=128\text{Gbps} > 122.88\text{Gbps}$

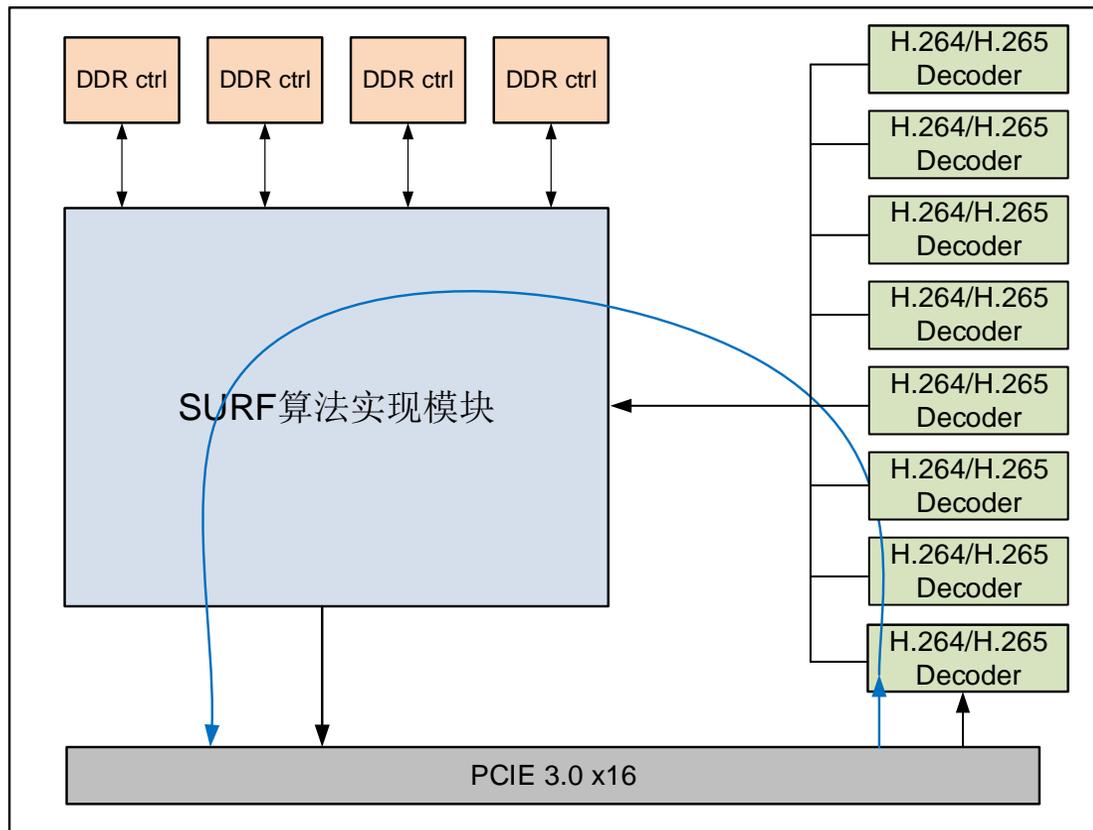
FPGA的SURF算法实现的资源评估

Device Name	VU3P	VU5P	VU7P	VU9P	VU11P	VU13P
System Logic Cells (K)	862	1,314	1,724	2,586	2,835	3,780
CLB Flip-Flops (K)	788	1,201	1,576	2,364	2,592	3,456
CLB LUTs (K)	394	601	788	1,182	1,296	1,728
Max. Dist. RAM (Mb)	12.0	18.3	24.1	36.1	36.2	48.3
Total Block RAM (Mb)	25.3	36.0	50.6	75.9	70.9	94.5
UltraRAM (Mb)	90.0	132.2	180.0	270.0	270.0	360.0
HBM DRAM (GB)	-	-	-	-	-	-
HBM AXI Interfaces	-	-	-	-	-	-
Clock Mgmt Tiles (CMTs)	10	20	20	30	12	16
DSP Slices	2,280	3,474	4,560	6,840	9,216	12,288
Peak INT8 DSP (TOP/s)	7.1	10.8	14.2	21.3	28.7	38.3
PCIe® Gen3 x16 / Gen4 x8	2	4	4	6	3	4



单卡实现64路1080P@30fps视频数据的SURF处理
XCVU13P总体资源占比在70%左右

单机系统性能



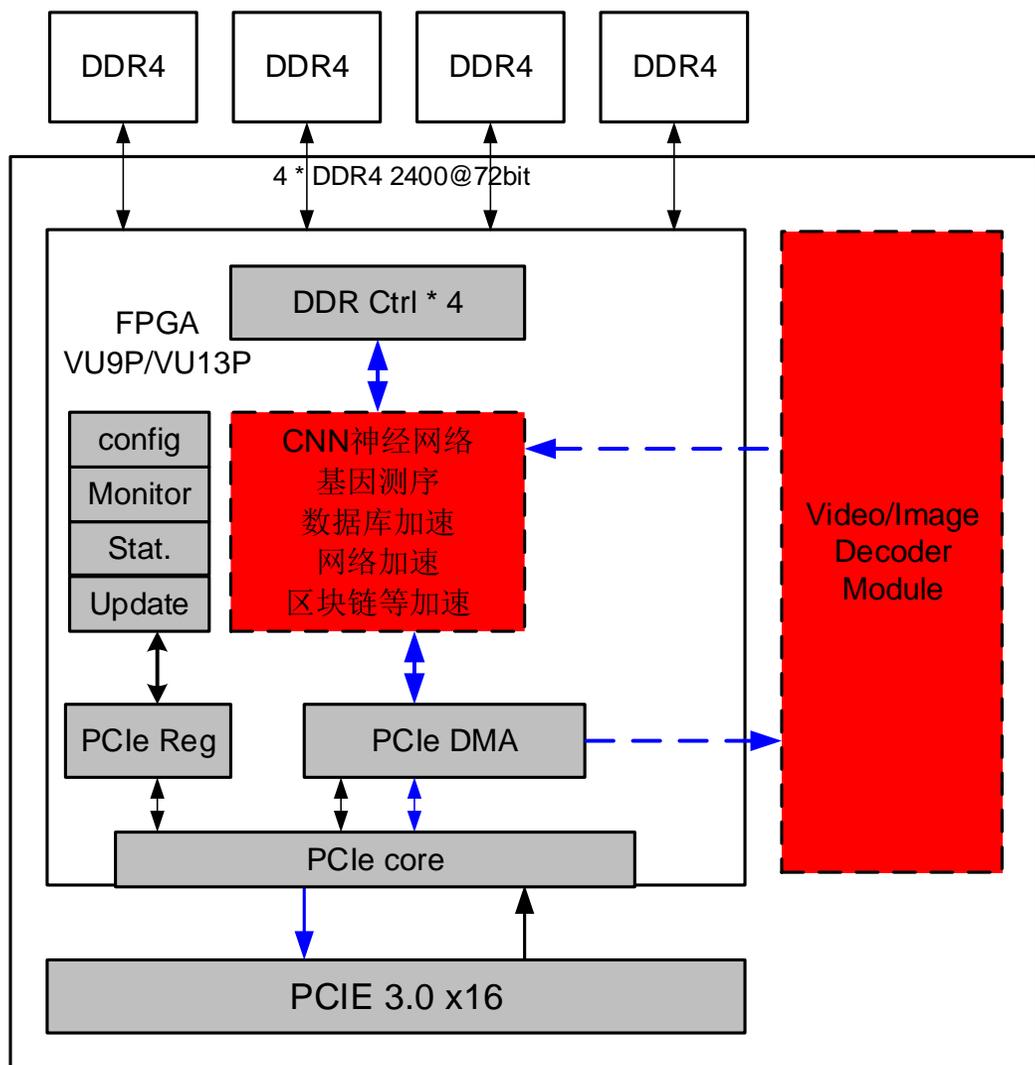
整机可部署最高10块高性能视频识别卡
整机性能 $64 * 10 = 640$ 路1080P@30fps高清视频的实时处理

基于FPGA的视频处理加速卡硬件规格



名称	HVR高性能视频识别加速卡
尺寸	PCIE全高3/4长双槽
FPGA	XILINX VU9P/VU13P
PCIE	PCIe3.0 x16
内存	4*4GB/8GB DDR4@2400 ECC
DSP数量	12288
Peak INT8 DSP	38.3 TOPs/S
功耗	160W
散热	主动和被动散热可选

FPGA平台化——其他算法和应用的异构加速



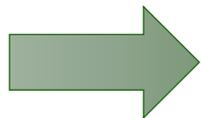
FPGA加速卡平台化

针对视频图像的Surf算法加速只是FPGA的一种应用，我们还把FPGA加速卡平台化提供给客户进行自己业务的加速，包括：

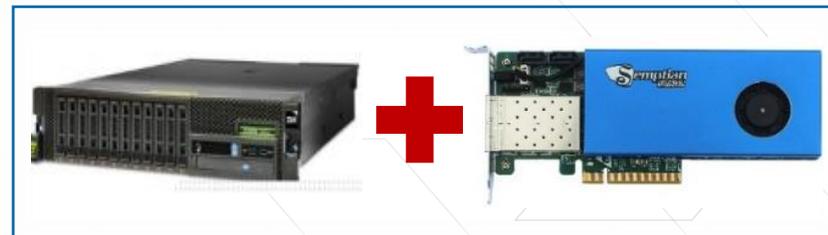
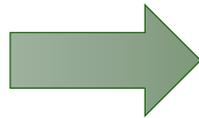
- 1、机器学习中的神经网络算法加速
- 2、基因测序算法的加速
- 3、数据库的加速
- 4、网络处理的加速
- 5、区块链的加速
- 6、压缩解压缩，加解密

.....

数据中心的FPGA异构计算加速



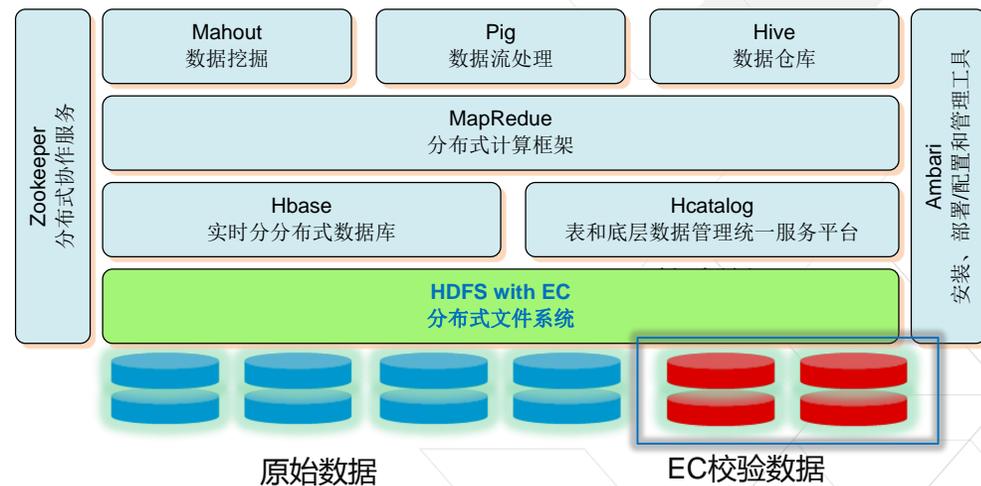
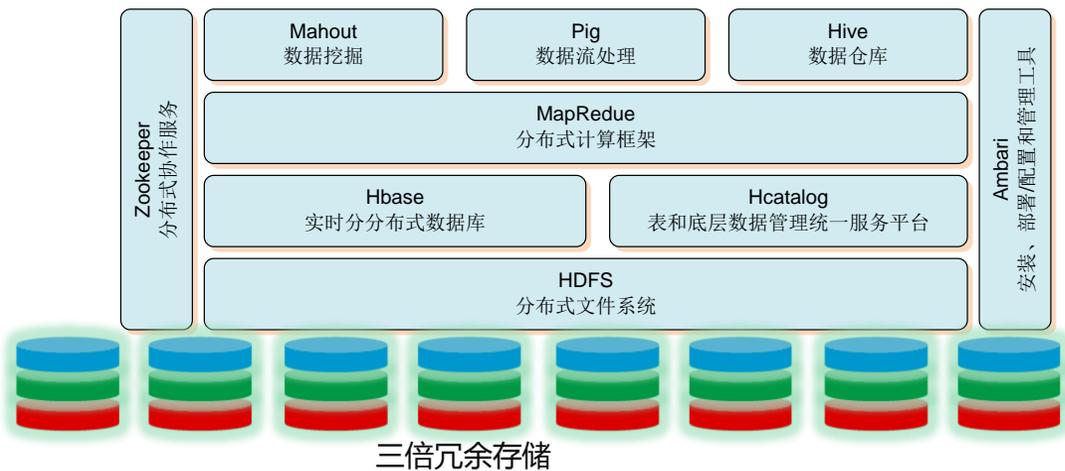
Scale Out



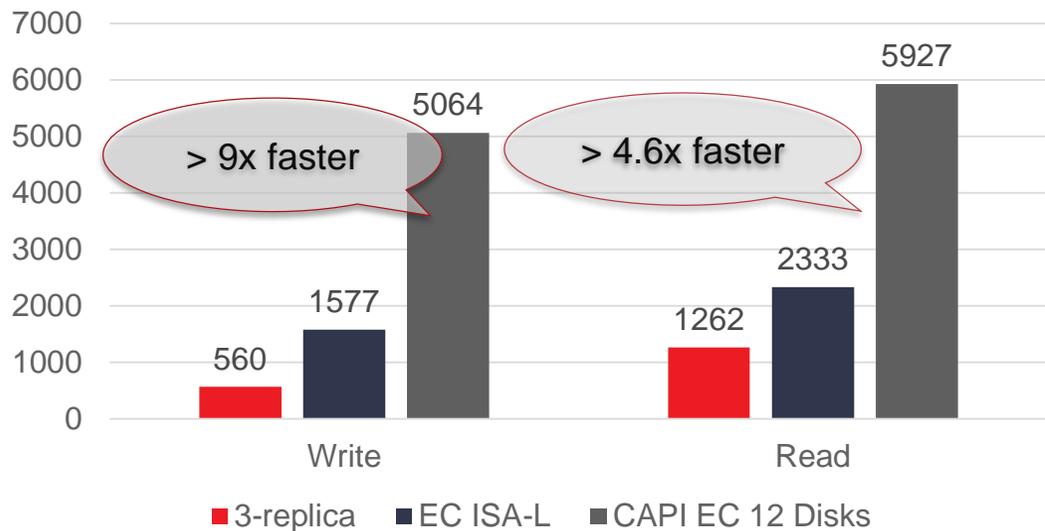
Scale Up

采用FPGA异构加速的方式，对算法加速，实现整体业务性能的提升，满足数据中心海量数据处理的高性能高密度需求

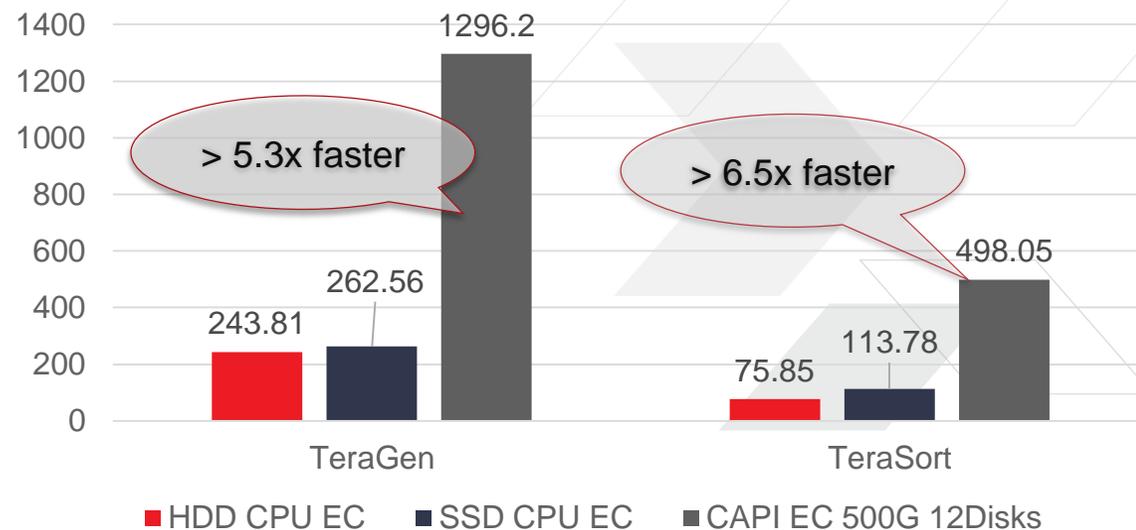
FPGA加速案例——ErasureCode加速



DFSIO Throughput(MB/s)

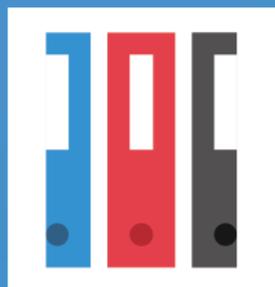


TeraGen and TeraSort Benchmark(MB/s)



FPGA加速案例——GZIP压缩解压缩加速

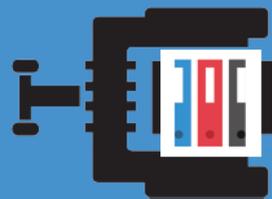
> 8x faster



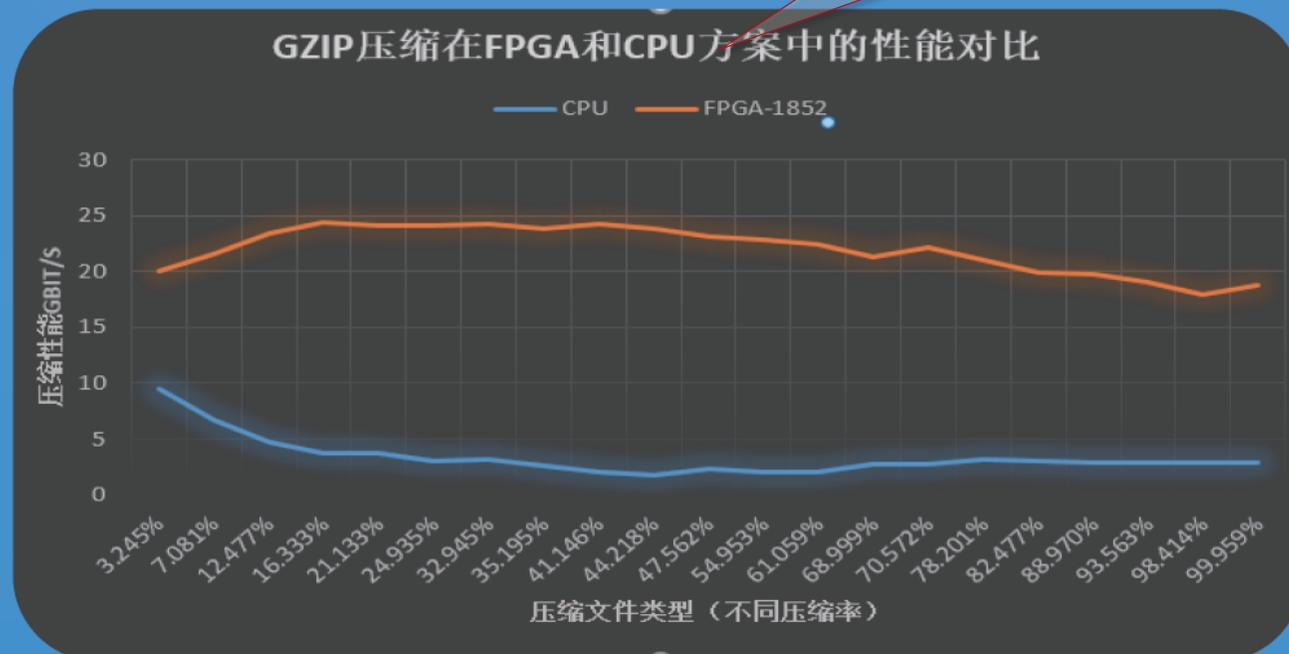
压缩加速前



FPGA为GZIP加速



压缩加速后
提速8倍

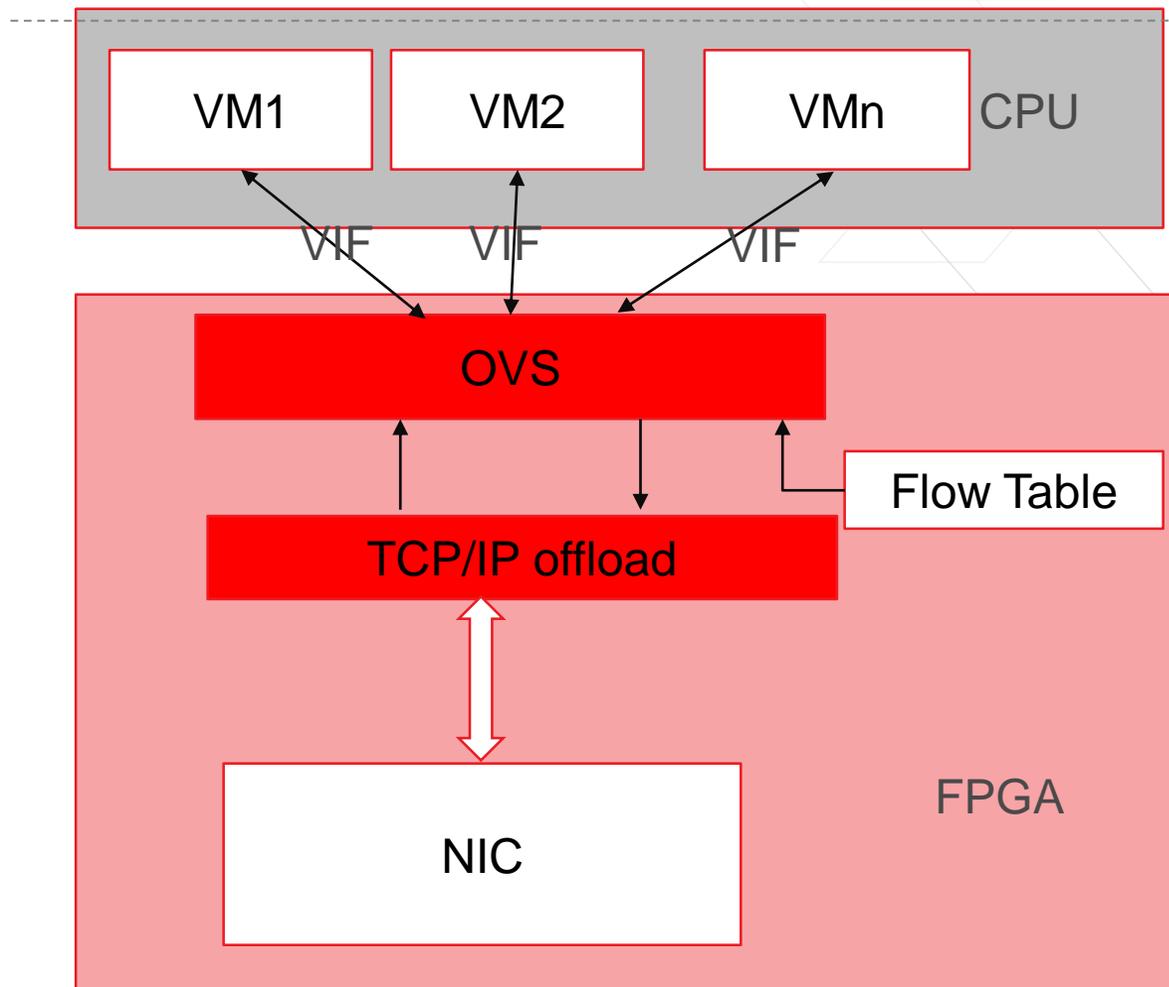
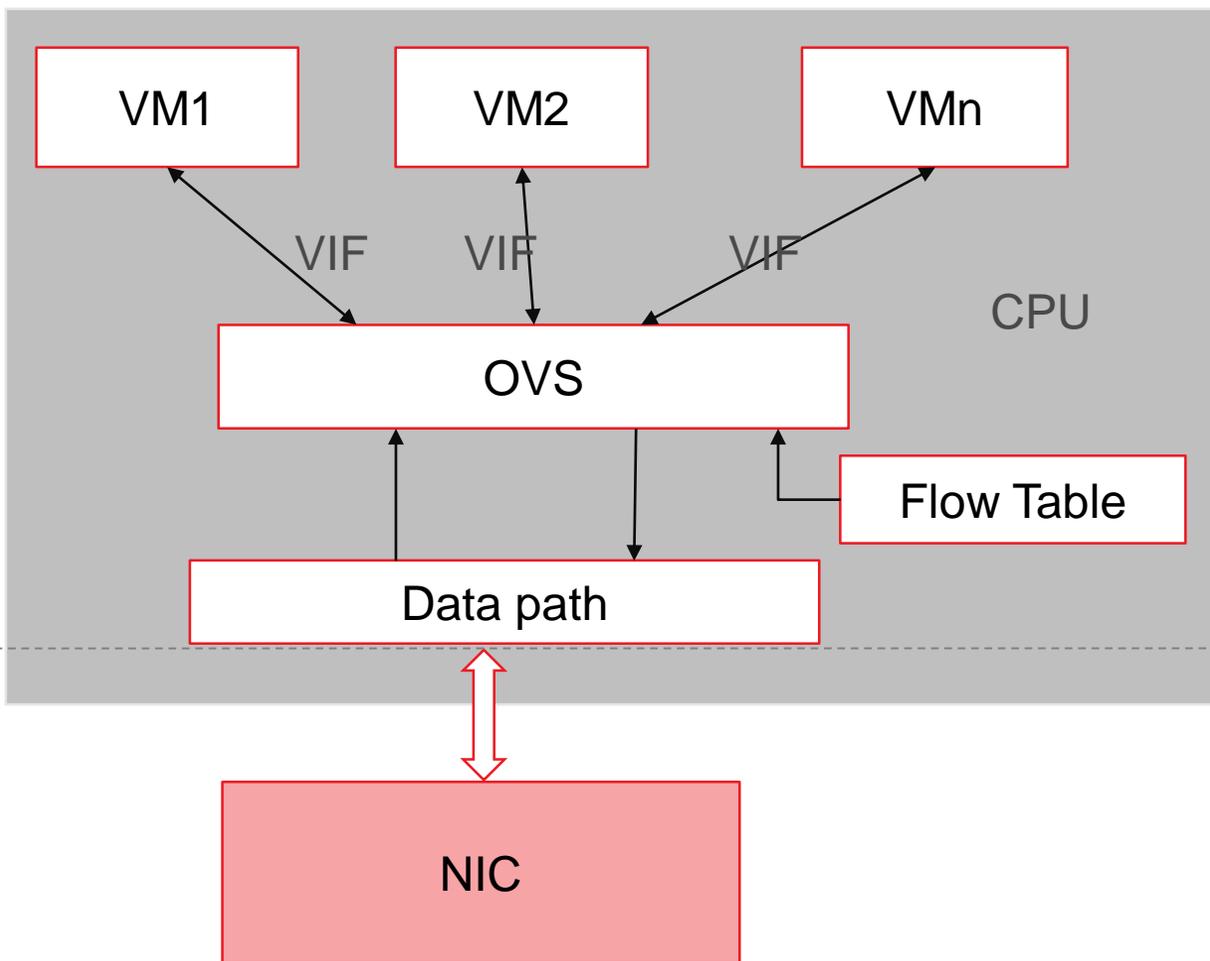


软件实现压缩算法的性能数据，FPGA达到的性能能提升8~10倍

Algorithm	% remaining	Encoding	Decoding
GZIP	13.40%	21 MB/s	118 MB/s
LZO	20.50%	135 MB/s	410 MB/s
Zippy/Snappy	22.20%	172 MB/s	409 MB/s

注：来自《HBase: The Definitive Guide》

FPGA加速案例——虚拟机网络加速



Adaptable. Thank You
Intelligent.



www.semptian.com