

## 面向2030的操作系统架构与演进思考

华为OS内核实验室

陈海波,郭寒军

- 面向2030的操作系统总体展望
- 赋能万物智联新场景与新生态
- 支撑新硬件,构建新的抽象与协同能力
- 软硬件供需,成为技术底座重构的关键

# 操作系统是软硬件系统垂直整合的中枢,核心是提供3个关键能力



## 应用与服务



#### 操作系统主要提供三个关键能力

- 1. 抽象协同芯片硬件,释放硬件能力
- 2. 统筹管理资源供需,提升全局能效
- 3. 使能应用高效运行,提供生态入口



#### 相应地,其架构演进受三个关键因素驱动

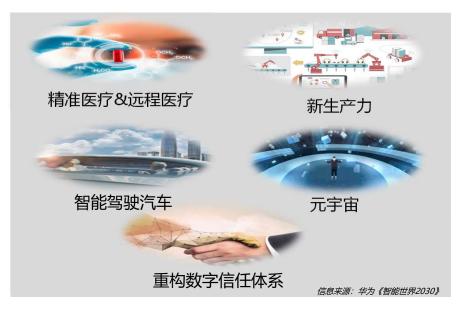
- 1. 新的产业场景与生态
- 2. 新的芯片与硬件架构
- 作为核心技术&生态底座,受软硬件供需
  需态势影响

### 面向2030,呈现万物智联新场景、新硬件和新供应三大趋势。



#### 万物智联新场景

- 触摸交互→时空自然交互
- 单节点→端到端确定性
- 通用+专用计算→多样性融合数字身份与新信任体系



#### 新的芯片与硬件架构

- 芯片工程成为提升算力密度的关键技术路径
- 新的算力、存储、以及互联技术

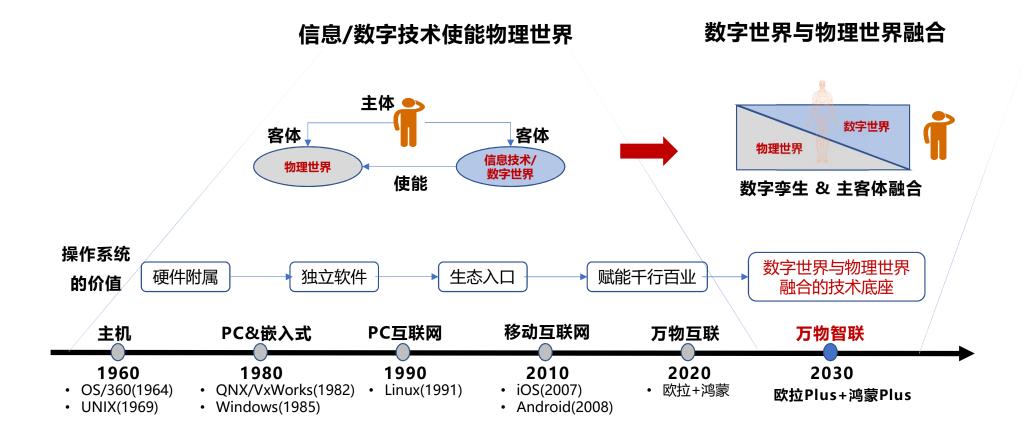


#### 新供应体系

- 软硬件先进要素供应可能呈现两个甚至多个供应体系
- · 技术底座将相应地发生重构

# 展望2030,操作系统将成为数字世界与物理世界融合的技术底座





- ✓ 面向2030的操作系统总体展望
- 赋能万物智联新场景与新生态
- 支撑新硬件,构建新的抽象与协同能力
- 软硬件供需,成为技术底座重构的关键

# 演进思考1: 从触摸交互走向时空自然交互,新交互带来体验跃迁

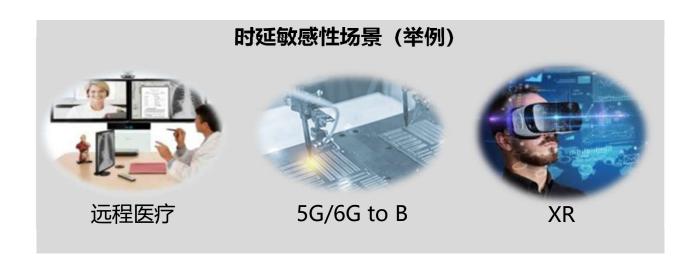


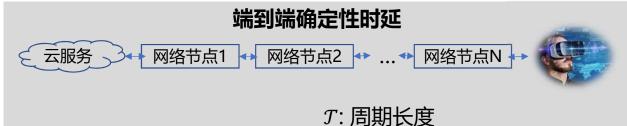
	PC	智能手机	万物智联	
交互 方式	键盘 鼠标	触摸	XR 自然空间交互	
操作入口	桌面	App图标	场景时空入口	
应用 特征	彼此孤立	相互可跳转 内容可外化	彼此可嵌套 系统级触达	

- **自然空间交互**:基于语音、空间&姿态(位置/距离/指向/渐进等)、注意力等更自然的人机交互形式
- **场景时空入口**:不同于传统的桌面、应用入口,它提供了场景式的智能入口形态
- **系统级触达**:传统的应用边界被打破,实现以任务/用户为中心的推荐式、启发式交互

## 演进思考2: 从单节点确定性走向端到端确定性







 $d: \sum_{i \leq h} (\mathcal{T} + t_i) \pm \mathcal{T}$ 

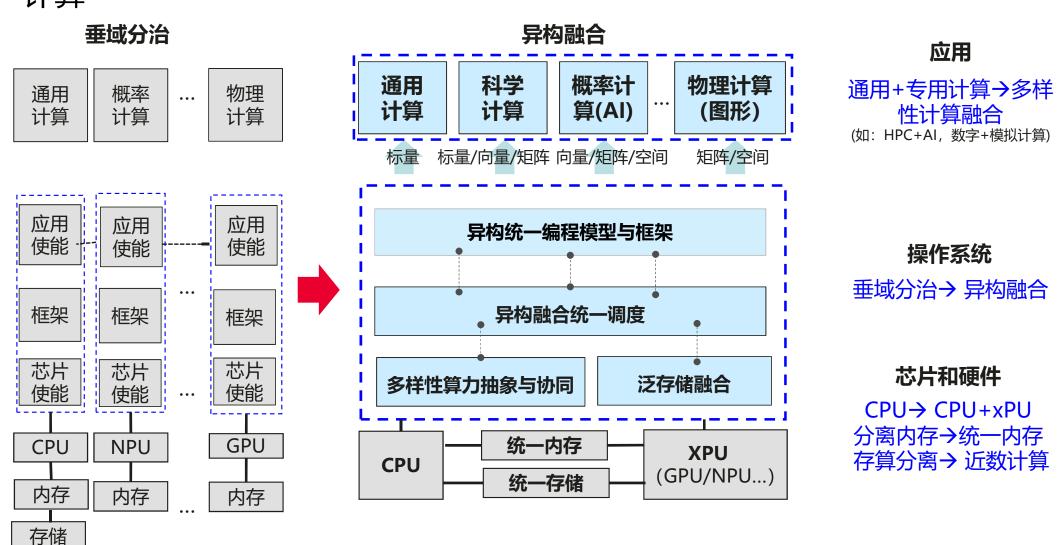
 $t_i$ : 第i跳的周期相对时间差

h: 端到端跳数

- 时延抖动是长期顽疾,远程医疗、 5G/6G to B、XR等时延敏感场景 呼吁业界攻克这一难题
- 操作系统在全系统时延中,发挥 "乐队指挥"角色
- 需与全链路管理网络、端侧硬件与 云服务等协同攻克端到端确定性

# 演进思考3:从垂域分治走向异构融合,支撑万物智联多样性计算

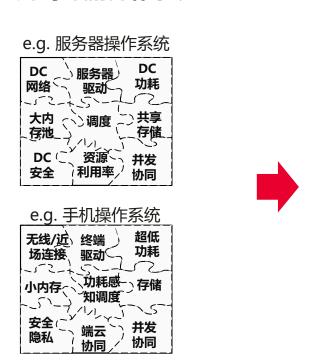




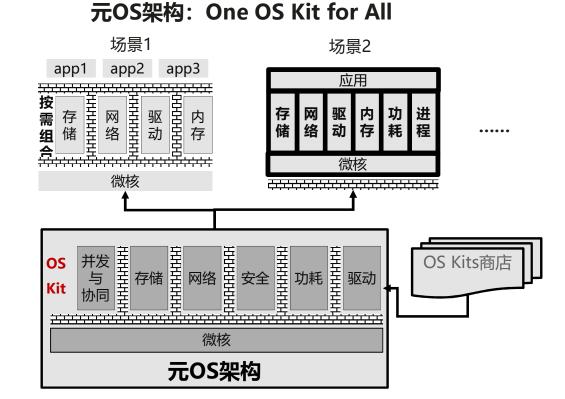
## 演进思考4:从OS走向OS Kit,元OS架构支撑场景千变万化 😵 OpenEuler



#### 场景禁锢的操作系统



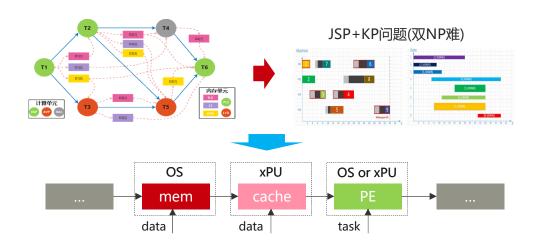
其它...越来越多种类的操作系统



# 演进思考5: 从统计与推测走向精算与智能, 精准统筹资源供需



#### 操作系统资源统筹调度的数学抽象

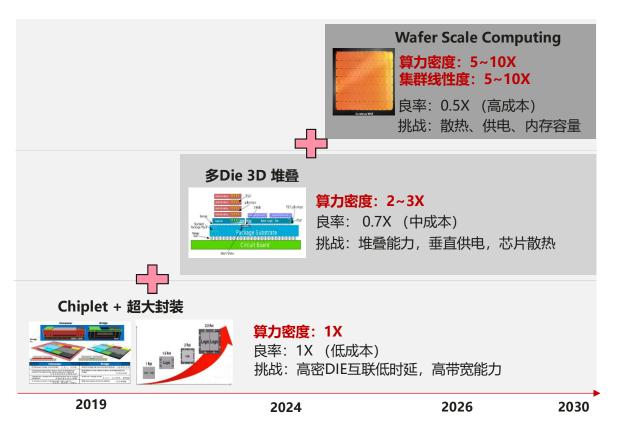


- 操作系统的资源统筹调度,可抽象为**作业车间调度问题(JSP)** 和**背包问题 (KP) 组成的双NP难问题,**通过化归可得为多 对象、多目标优化的实时在线JSP问题
- 然而,受限于设备的运行时算力与语义鸿沟等,传统操作系统很难基于理论进行"精算",而是采用统计、分而治之猜测等最佳实践,e.g., 缓存局部性推测
- 两个因素使能基于"精算"的供需管理:
  - 万物智联系统复杂性剧增,传统方法边际效益下降
  - In-situ算力提升、语义透传等,使实时精算成为可能

- ✓ 面向2030的操作系统总体展望
- ✓ 赋能万物智联新场景与新生态
- > 支撑新硬件,构建新的抽象与协同能力
- 软硬件供需,成为技术底座重构的关键

## 演进思考6: 从算力抽象走向架构感知, 协同芯片工程提升 算力密度



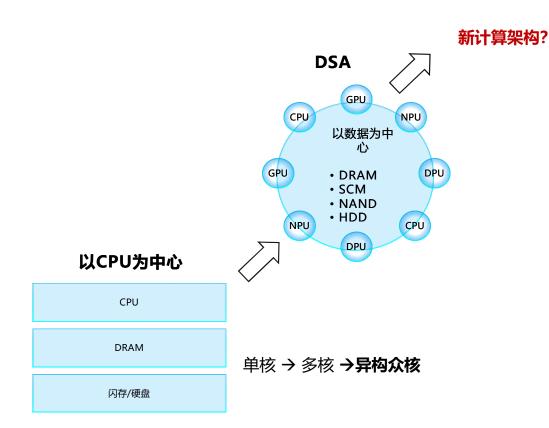


信息来源:华为《计算2030》

- 在工艺红利边际效应放缓背景下,芯片 工程成为提升算力密度的关键路径
- 操作系统需相应地攻克诸多挑战,包括 (但不仅限与):
  - 精准选核
  - 任务瞬态迁移
  - 数据局部性保障
  - 新架构下的并发与协同设计

## 演进思考7:从CPU为中心和DSA对等架构走向新计算架构, 计算范式重定义





■ 延长线上,需要持续攻克DSA架构下的XPU 异构算力间的高效协同与资源共享能力

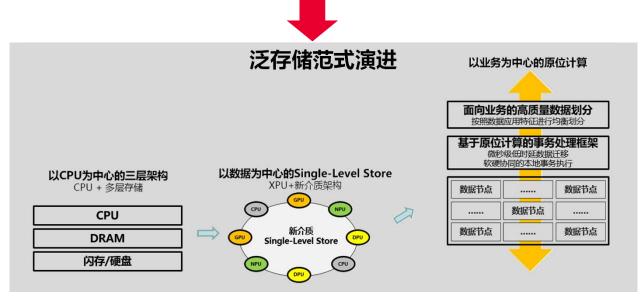
#### ■ 新计算架构:

- DSA的弊端逐步显现:厂家要看护多种硬件 架构、功能重叠浪费、软件栈难以共享、XPU间协同调度效率低...
- · 按照牧村定律,**业界有望诞生新的计算架构**
- 相应地,操作系统的计算范式将被重新定义, 而其底层机制也将大幅重构

## 演进思考8: 从多层走向一层融合存储, 泛存储范式重定义







#### ■ 关键的硬件推动力:

- 新型非易失性存储 (1)
- 新型高速互联技术

#### ■ 操作系统的泛存储范式演进:

- 传统以CPU+多层存储的范式逐步被颠覆
- 内存与存储逐步融合,走向基于新介质的Single-Level Store
- 进一步,结合计算架构的演进,催生**以 业务为中心的原位计算**

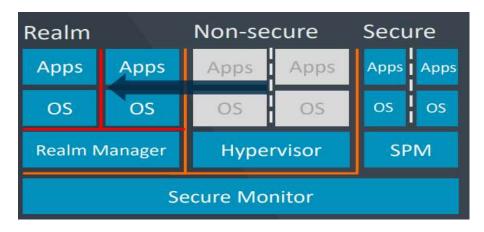
### 演进思考9: 从信任设备走向信任应用, 数字信任体系重构



#### 机密计算技术架构演进



#### ARM 2021年发布 V9 CCA新架构

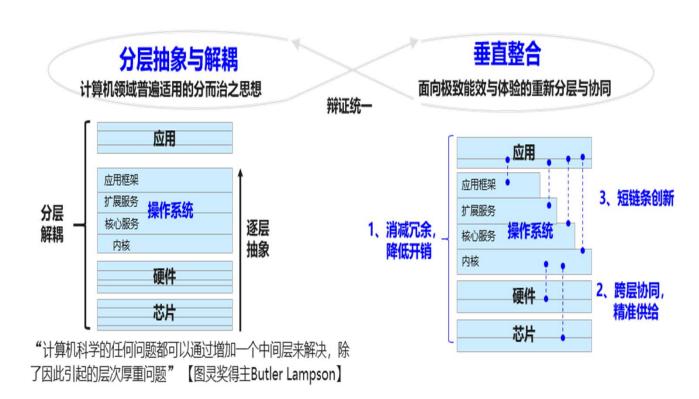


- 从过往看,ARM每10年一次大的架构创新,因此 其CCA架构对面向2030的信任体系影响大
- OS的信任范式将被重新定义:
  - ARM V9 CCA从"信任设备、不信任应用"(e.g. 手机),演进到"信任自己的应用,但不必信任基础设施提供商"
- 面向2030, 操作系统需要支撑重构数字信任体系
  - · 预计50%场景将采用隐私增强 (\*)

- ✓ 面向2030的操作系统总体展望
- ✓ 赋能万物智联新场景与新生态
- ✓ 支撑新硬件,构建新的抽象与协同能力
- > 软硬件供需,成为技术底座重构的关键

## 演进思考10: 从分层解耦走向垂直整合, 底座技术重构





- 垂直整合是面向硬件与业务的重新分层与协同,并非走向"血肉模糊"与"烟囱化"
- 在合理软硬分工协同上,需要提供结合硬件与业务特征的"短链条创新"能力提升能效
- 垂直整合仍然需要坚持软件的平台化,并构筑友好的生态

## 小结:面向2030,从三大驱动力思考操作系统的10个演进思考 ኛ OpenEuler



#### 万物智联新场景

- 1. 从触摸交互走向时空自然交互,新交互带来体验跃迁
- 2. 从单节点确定性走向端到端确定性,支撑时延敏感新场景
- 3. 从垂域分治走向异构融合,支撑万物智联多样性计算
- 4. 从OS走向OS Kit, 元OS架构支撑万物智联场景千变万化
- 5. 从统计与推测走向精算与智能,精准统筹管理资源供需

#### 新的芯片与硬件架构

- 6. 从算力抽象走向架构感知,协同芯片工程提升算力密度
- 7. 从CPU为中心走向新计算架构, OS计算范式将被重定义
- 8. 从多层走向一层融合存储, OS泛存储范式将被重定义
- 9. 从信任设备走向信任应用, OS支撑数字信任体系重构

新供应体系

10. 从分层解耦走向垂直整合, OS支撑技术底座重构

