机载软件架构现状与发展趋势

资料整理
火龙果软件
荐

主要内容

- 软件架构的基础概念
- 机载软件的特点
- 机载软件架构现状
- 机载软件架构发展趋势预测

资料整理
火龙果软件
荐

软件架构的基本概念

资料整理
火龙果软件
荐

软件架构的定义

软件架构的定义 … …

软件架构 是 **软件体系架构** 的缩写。

体系结构的定义：包括一组部件以及部件之间的联系。

软件体系结构主流的标准观点有：

- ANSI/IEEE 610.12-1990软件工程标准词汇对于体系结构定义是：“体系架构是以构件、构件之间的关系、构件与环境之间的关系为内容的某一系统的基本组织结构以及知道上述内容设计与演化的原理(principle)”。

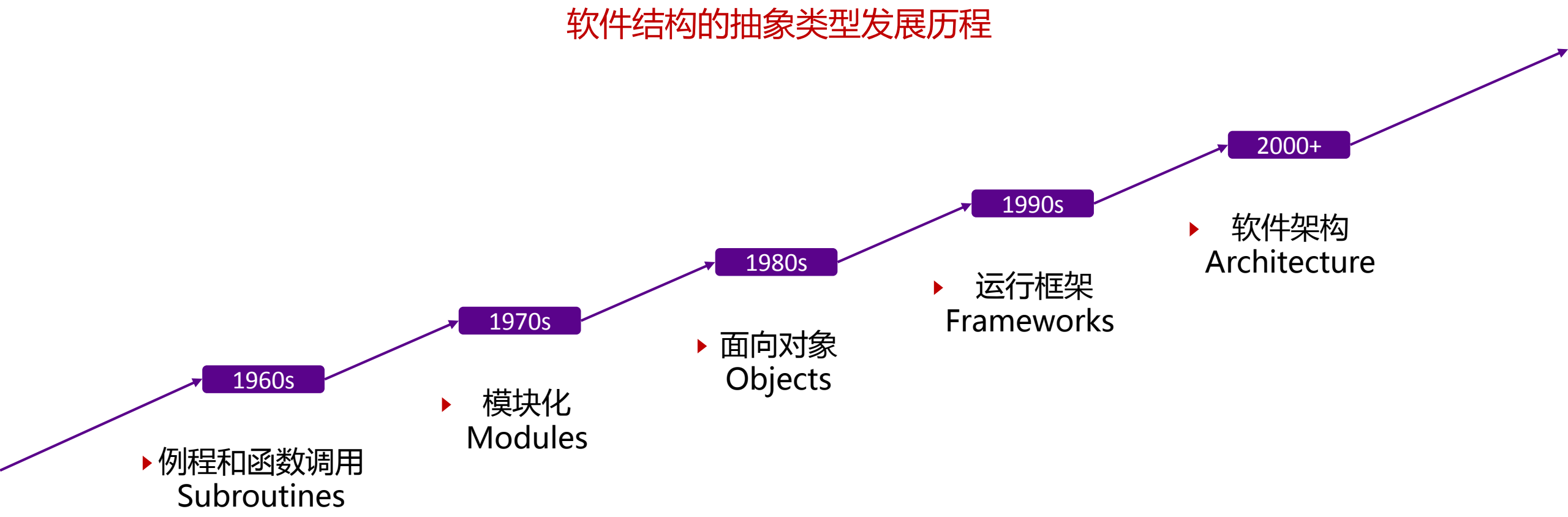
- Mary Shaw和David Garlan认为软件体系结构是软件设计过程中，超越计算中的算法设计和数据结构设计的一个层次。体系结构问题包括各个方面的组织和全局控制结构，通信协议、同步，数据存储，给设计元素分配特定功能，设计元素的组织，规模和性能，在各设计方案之间进行选择。

- 百度百科：软件体系结构是具有一定形式的结构化元素，即构件的集合，包括处理构件、数据构件和连接构件。处理构件负责对数据进行加工，数据构件是被加工的信息，连接构件把体系结构的不同部分组合连接起来。这一定义注重区分处理构件、数据构件和连接构件，这一方法在其他的定义和方法中基本上得到保持。

资料整理
火龙果软件
荐

软件结构抽象类型与层次的发展过程

软件架构就是对软件结构的一种较高层次的抽象。



资料整理
火龙果软件
荐

软件架构与软件框架的区别是什么？

软件框架（framework）：是某种应用的半成品，是一组组件，供用户选用完成自己的系统。简单说就是使用别人搭好的舞台，你来做表演。而且，框架一般是成熟的，不断升级的软件。框架一般处在低层应用平台（如J2EE）和高层业务逻辑之间的中间层。

软件架构与软件框架的区别与联系

- 呈现形式不同．架构的呈现形式是一个设计规约，而框架则是程序代码。
- 目的不同．体系结构的目的是指导一个软件系统的实施与开发；而框架的目的是为复用。因此，一个框架可有其架构，用于指导该框架的开发，反之不然。
- 架构风格在其用程序代码实现后就成了Corba、COM架构框架，也叫中间件集成框架，或对象中间件。

资料整理
火龙果软件
荐

软件架构的重要性

软件架构是建造一个软件系统所作出的**最高层次**的、以后**难以更改**的，业务的和技术的决定。这样的决定必定是有关**系统设计成败**的最重要决定，必须经过非常慎重的研究和考察。在决定时，要考虑独特的架构风格和恰当的架构模式。

资料整理
火龙果软件
荐

软件架构的目标（1/2）

- **可靠性（Reliable）**：商业软件系统对于用户的商业经营和管理来说极为重要，机载软件系统的可靠性影响任务的完成，因此各种软件系统必须考虑其可靠性。
- **安全性（Safe）**：机载软件的安全性影响到飞行安全和任务执行的安全，需要根据实际情况充分考虑安全性。
- **安全性（Secure）**：商业软件系统所承担的交易的商业价值极高，系统的安全性非常重要。机载软件的安全性影响到飞行安全和任务执行的安全，需要根据实际情况充分考虑安全性。
- **可扩展性（Extensible）**：在新技术出现的时候，一个软件系统应当允许导入新技术，从而对现有系统进行功能和性能的扩展。
- **可伸缩性（Scalable）**：软件必须能够在用户的使用率、用户的数目增加很快的情况下，保持合理的性能，才能适应用户的市场扩展得可能性。

资料整理
火龙果软件
荐

软件架构的目标（2/2）

- **可定制化（Customizable）**：同样的一套软件，可以根据客户群的不同和市场需求的变化进行调整。
- **可测试性（ Testability）**：软件易于发现故障并隔离、定位其故障的能力特性，以及在一定的时间和成本前提下，进行测试设计、测试执行的能力。
- **可维护性（Maintainable）**：软件系统的维护包括两方面：1. 易于排除现有的错误，2. 将新的软件需求反映到现有系统中去。一个易于维护的系统可以有效地降低技术支持的花费。
- **客户体验（Customer Experience）**：软件系统必须易于使用。
- **… …**

资料整理
火龙果软件
荐

机载软件的特点

资料整理
火龙果软件
荐

机载软件特点：可靠性和安全性

- 机载软件根据其功能和失效影响存在多种不同的安全级别，最高等级的软件与飞行安全直接相关，因此高可靠性和高安全性是机载软件一个非常重要的特点。

- 由于机载软件高可靠性和高安全性的特点，对机载软件提出了软件高可靠性、高安全性和确定性的要求。

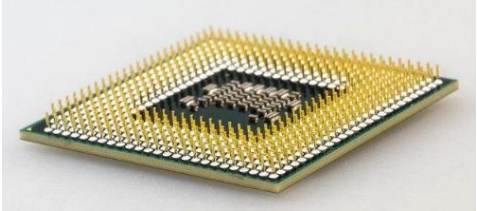
DO-178C

Category	Description
Catastrophic	Failure Conditions, which would result in multiple fatalities, usually with the loss of the airplane.
Hazardous	Failure Conditions, which would reduce the capability of the airplane or the ability of the flight crew to cope with adverse operating conditions to the extent that there would be: • A large reduction in safety margins or functional capabilities; • Physical distress or excessive workload such that the flight crew cannot be relied upon to perform their tasks accurately or completely, or • Serious or fatal injury to a relatively small number of the occupants other than the flight crew.
Major	Failure Conditions which would reduce the capability of the airplane or the ability of the crew to cope with adverse operating conditions to the extent that there would be, for example, a significant reduction in safety margins or functional capabilities, a significant increase in crew workload or in conditions impairing crew efficiency, or discomfort to the flight crew, or physical distress to passengers or cabin crew, possibly including injuries.
Minor	Failure Conditions which would not significantly reduce airplane safety, and which involve crew actions that are well within their capabilities. Minor Failure Conditions may include, for example, a slight reduction in safety margins or functional capabilities, a slight increase in crew workload, such as routine flight plan changes, or some physical discomfort to passengers or cabin crew.
No Safety Effect	Failure Conditions that would have no effect on safety; for example, Failure Conditions that would not affect the operational capability of the airplane or increase crew workload.

资料整理
火龙果软件
荐

机载软件特点：硬件资源限制

- **硬件资源有限**：计算能力、存储能力、通信能力、功耗、质量、散热等方面，现在已经有了极大的发展和提升，但与地面和桌面计算机系统相比，还是有一些受限。



CPU处理器

Intel 80286	Intel 80486	PowerPC 7xx	PowerPC P10xx
主频 16MHz 计算能力 3MIPS	主频 50MHz 计算能力 41MIPS	主频 266MHz 计算能力 487MIPS	主频 500+ MHz 计算能力 800+ MIPS

数据总线

RS232/422	ARINC429	MIL-STD-1553b	1394b/FC
带宽 100K bps	带宽 100K bps	带宽 1M bps	带宽 400M/2G bps

资料整理
火龙果软件
荐

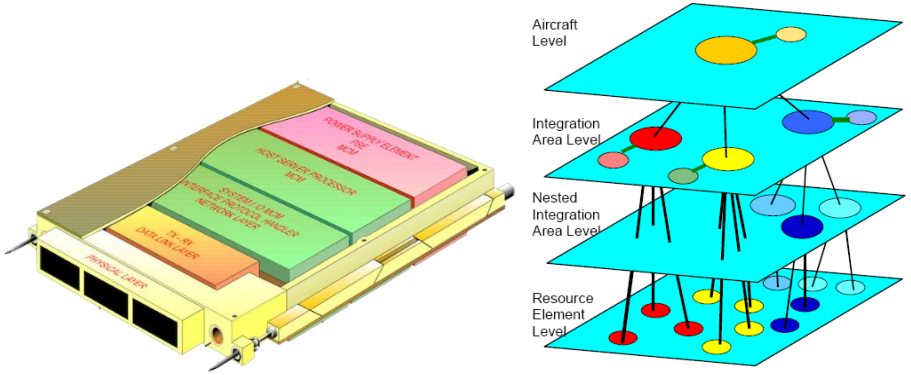
机载软件特点：复杂度

- **机载软件规模和复杂度快速增长**：一方面是越来越多的功能需求，另一方面越来越多的协作单位（功能软件化）。

除了传统的机载软件功能正在增强外，很多新的软件功能正在加入：智能头盔、增强现实、语音识别与控制、人工智能等。

F35战机上的软件规模已经达到950万行。

机载系统的综合化，使得越来越多的功能由软件实现，因此很多原来是提供一个设备或子系统的单位变成了提供软件模块或节点，软件及其开发的协作变得更加复杂。



资料整理
火龙果软件
荐

机载软件特点：技术滞后

- **技术滞后于计算机行业**：机载软件由于对稳定性的要求，总是会选择使用经过较长时间充分验证的计算机技术，因此在技术上总体是滞后于工业和商业软件的发展。

资料整理
火龙果软件
荐

好的机载软件架构是怎样的？

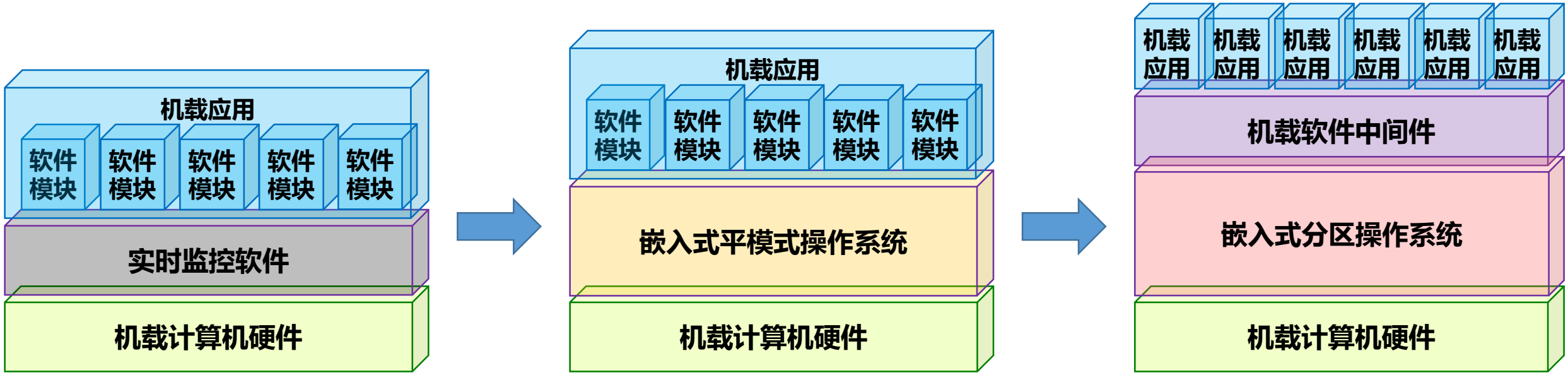
- **适宜的机载软件架构**
  - 能满足对应系统的功能性、可靠性、安全性等需求
  - 帮助提高开发效率、降低研制成本更低
  - 适合软件开发团队规模和能力水平
  - 适合于当前的生产和协作关系

资料整理
火龙果软件
荐

机载软件架构现状分析

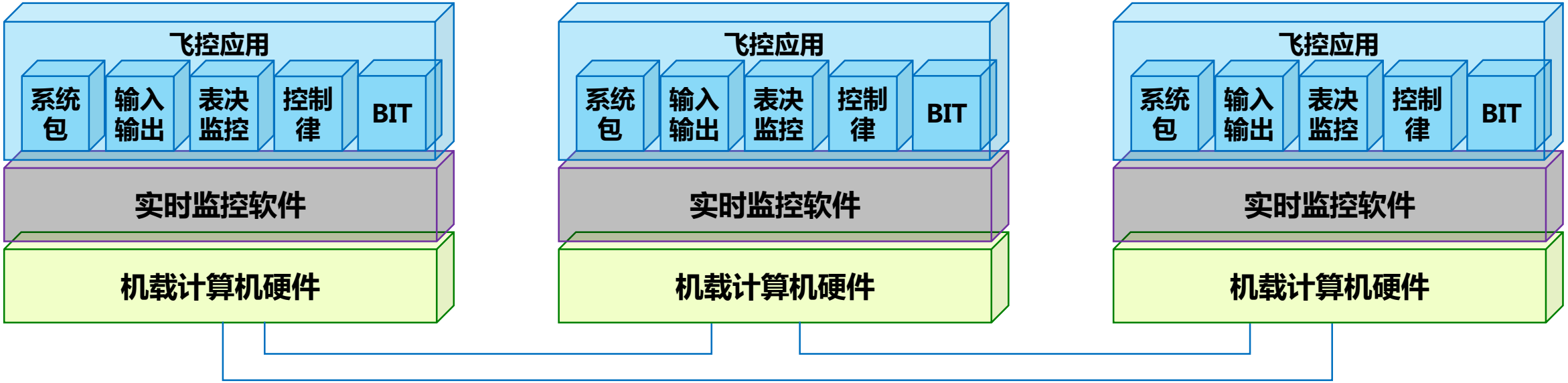
资料整理
火龙果软件
荐

机载软件架构发展情况



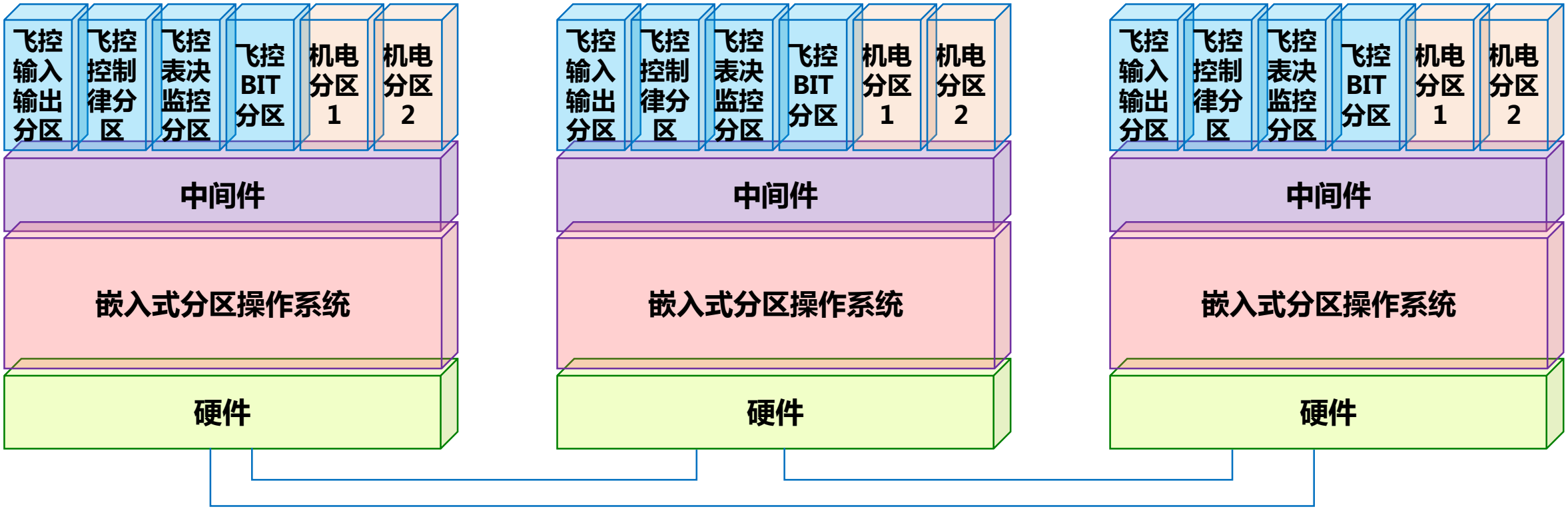
资料整理
火龙果软件
荐

实例1：经典飞控机载软件架构



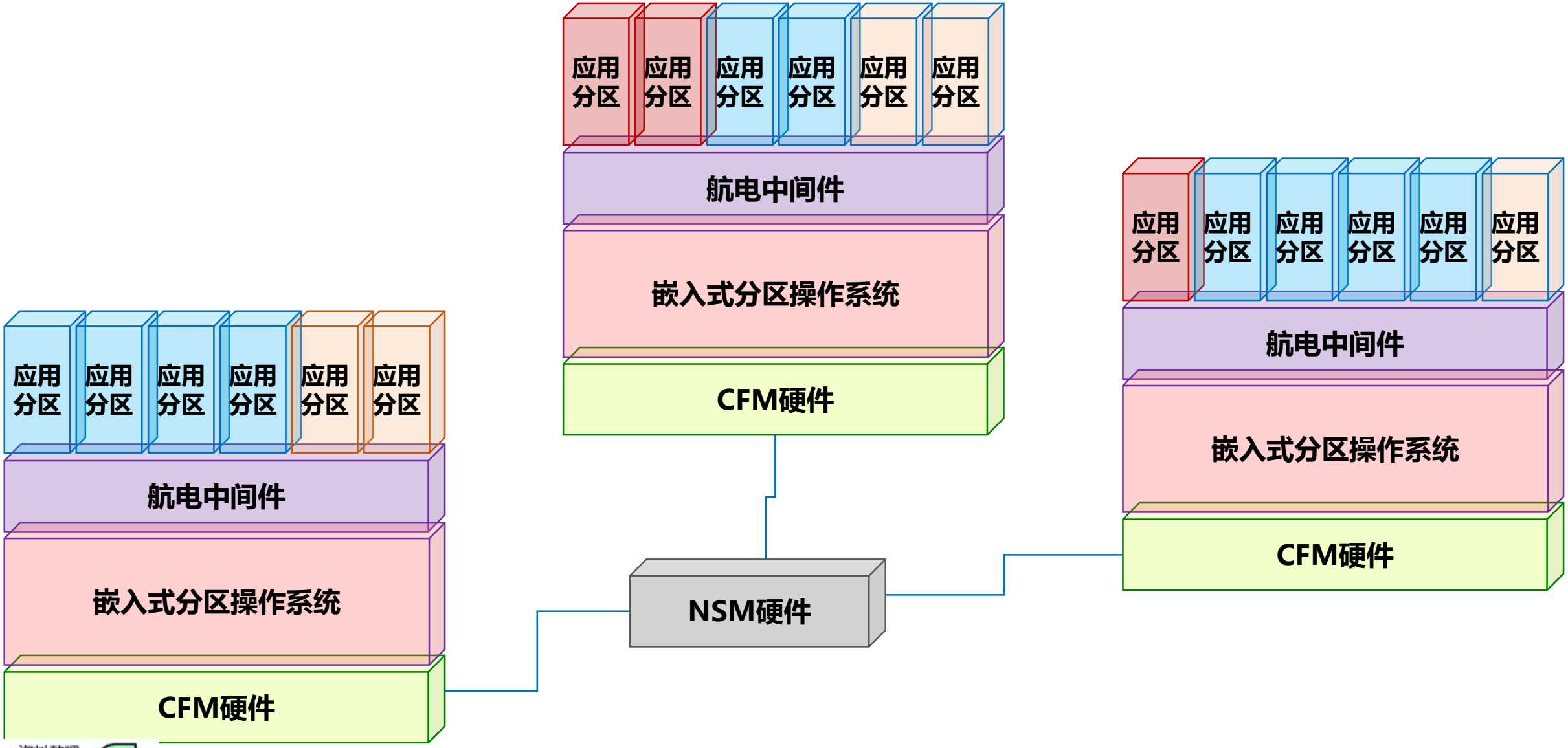
资料整理
火龙果软件
荐

实例2：综合化飞控机载软件架构



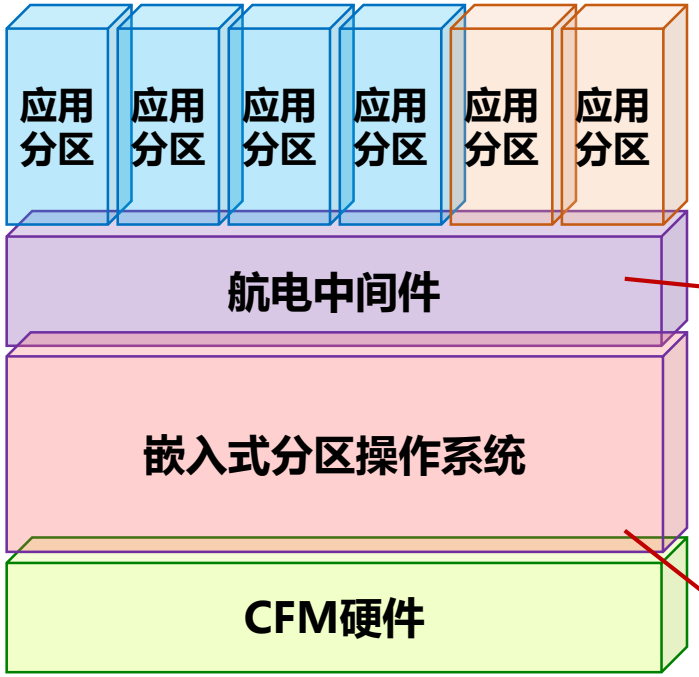
资料整理
火龙果软件
荐

实例3：综合化航电软件架构



资料整理
火龙果软件
荐

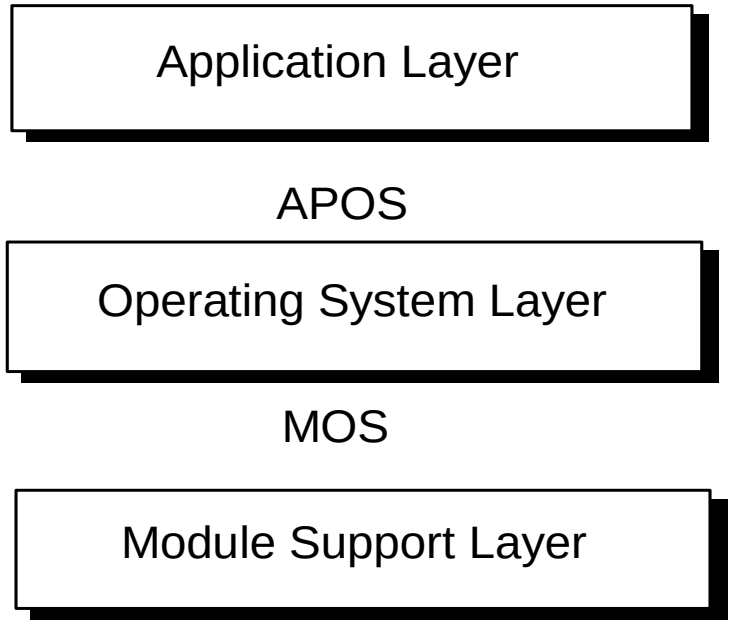
实例3：综合化航电软件架构



- 中间件封装了下层操作系统接口，提供了统一的通信接口、时间等服务。
- 分区内使用符合ARINC653的APEX接口。

资料整理
火龙果软件
荐

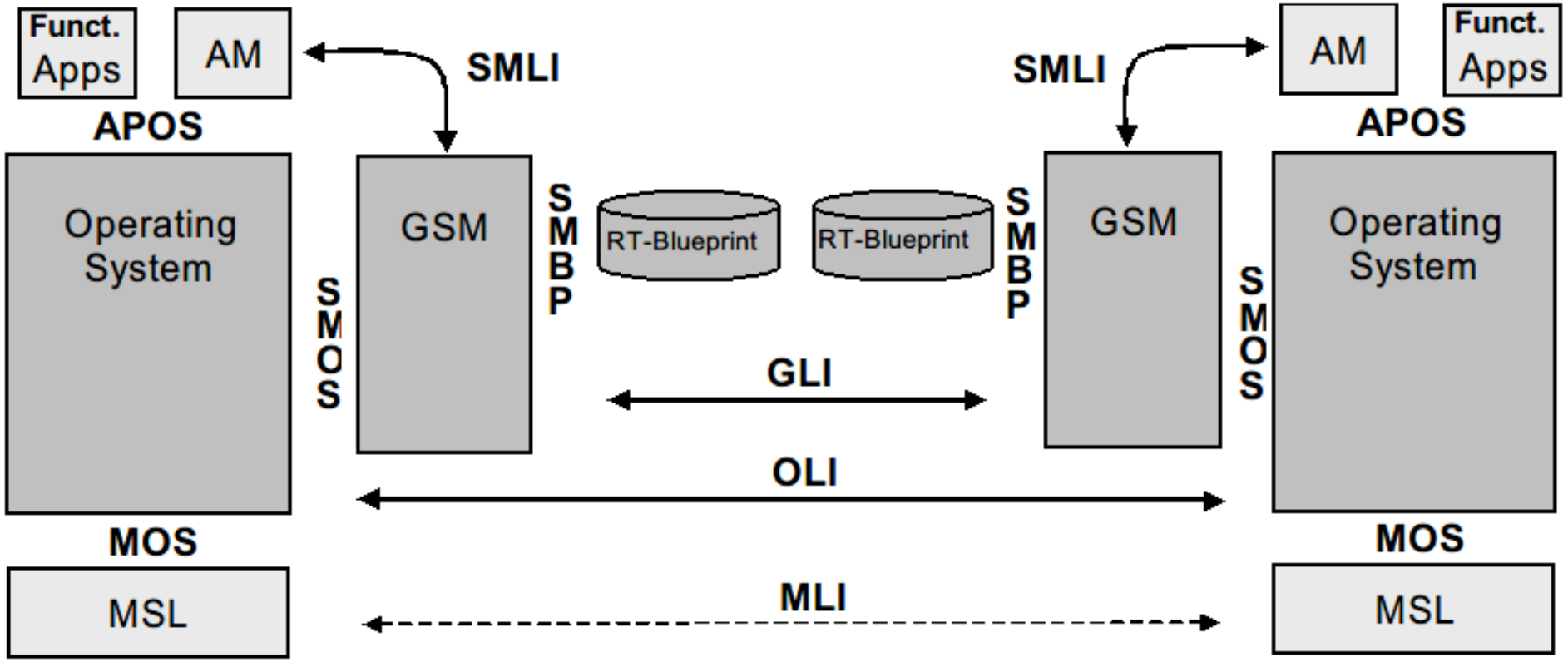
参考ASSAC



软件层	飞机依赖性	硬件依赖性
Application Layer (AL)	有关	无关
Operating System Layer (OSL)	无关	无关
Module Support Layer (MSL)	无关	有关

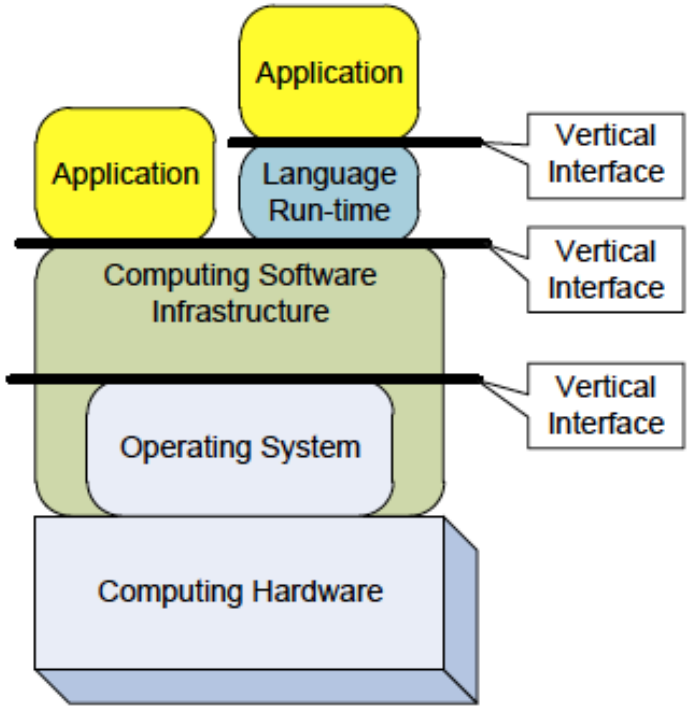
资料整理
火龙果软件
荐

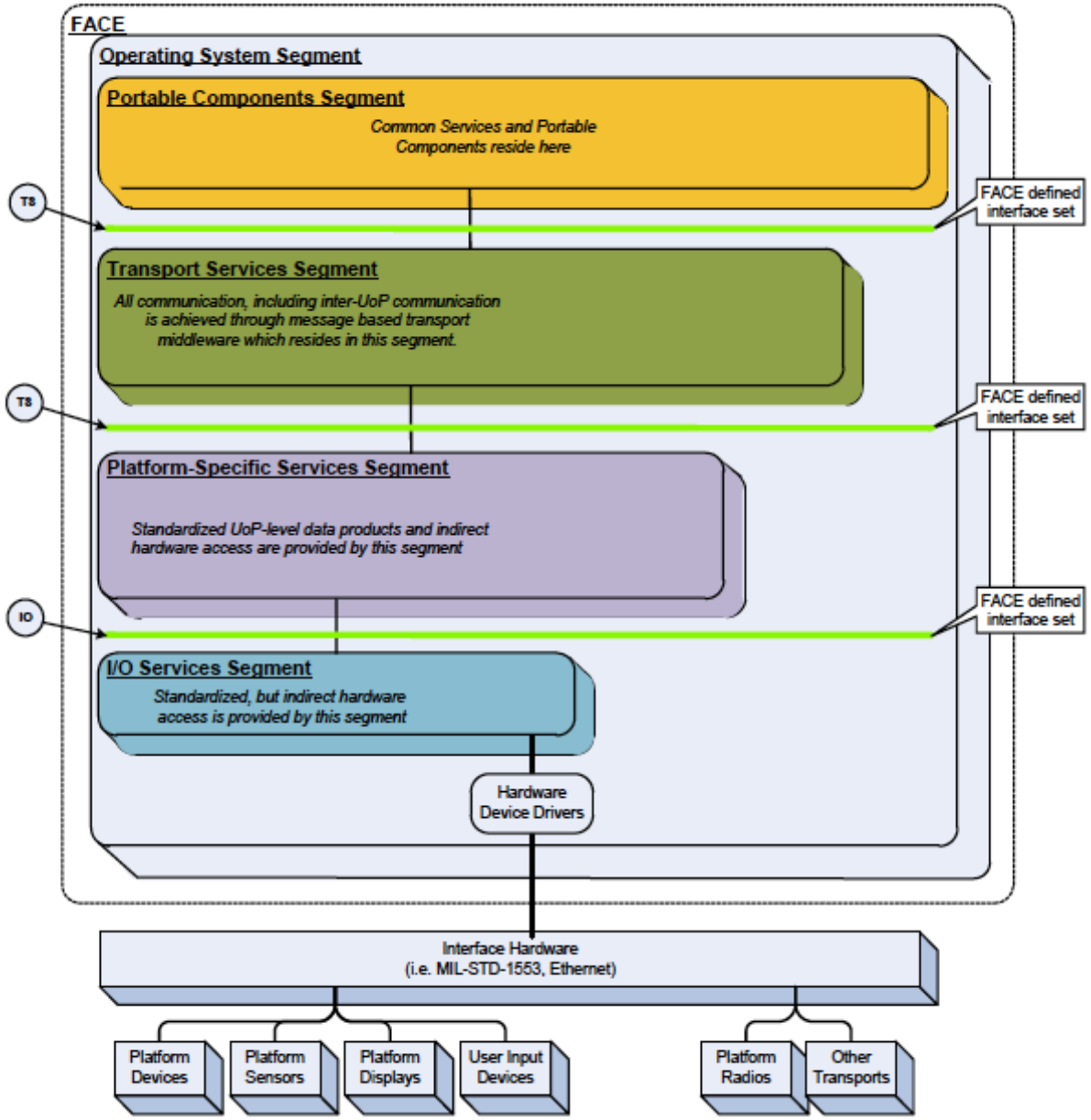
参考ASSAC



资料整理
火龙果软件
荐

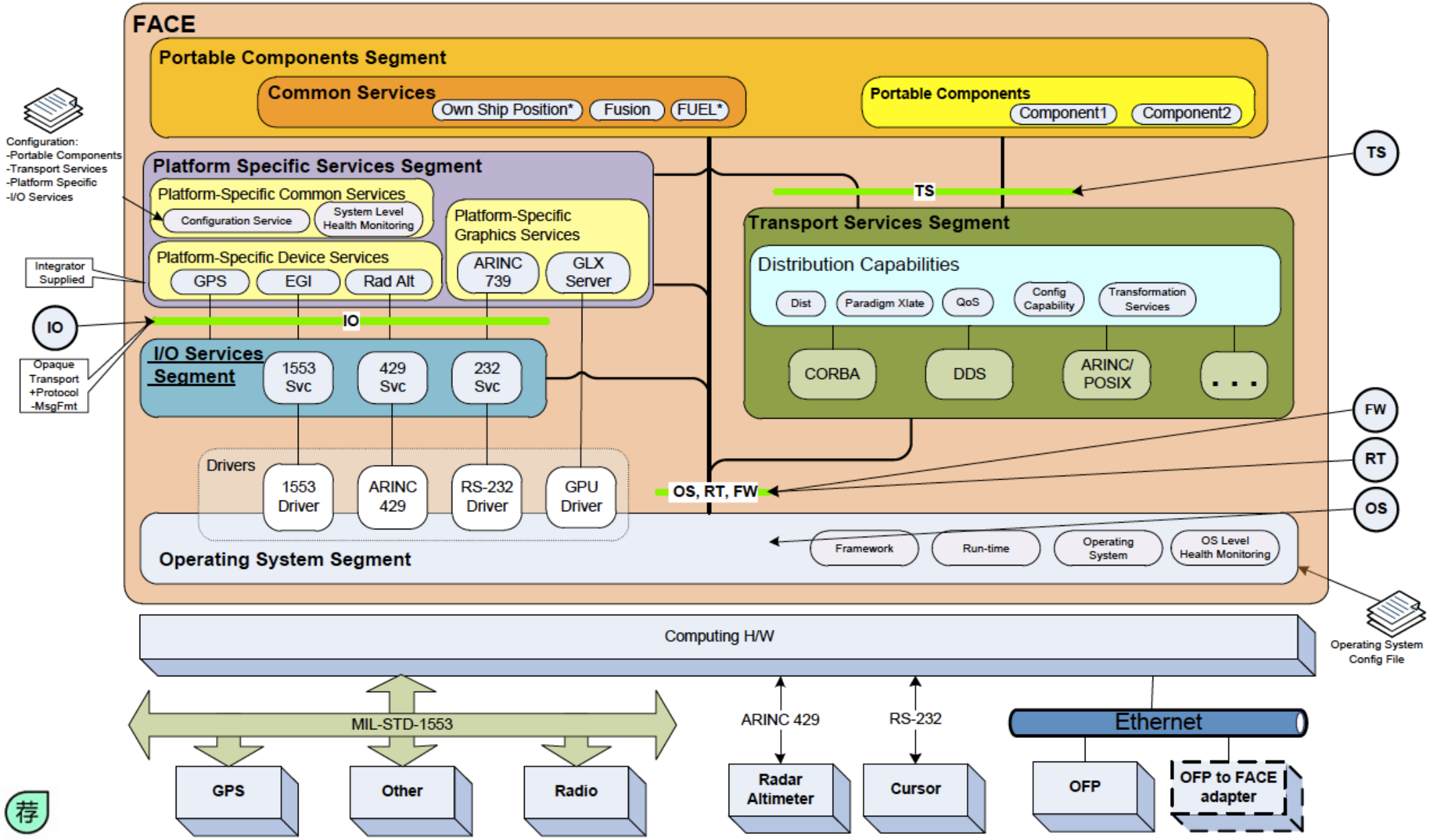
观望FACE





资料整理
火龙果软件
荐

观望FACE



资料整理 火龙果软件 荐

软件投入不足

- **软件投入严重不足**：机载软件在功能、规模和复杂度上发展很快，但投入相对严重不足。

F35战机上的软件开发成本超过整个飞机研制成本的50%。

资料整理
火龙果软件
荐

机载软件架构发展趋势预测

资料整理
火龙果软件
荐

机载计算机硬件的持续发展-处理器

- **多核技术**
  - 具有更多的计算核，并行处理能力进一步增强
  - 大小核技术，使得可以在性能和功耗间进行动态的平衡
  - 多核正在向众核发展（AMD 锐龙1950X 16核 / 32线程）

- **制造工艺**
  - 业界已经开始使用10nm技术制造CPU，7nm技术正在实现工程化
  - 更高的主频和性能、更低的功耗与物理尺寸

资料整理
火龙果软件
荐

机载计算机硬件的持续发展-存储器

- **更快的速度和更大容量**
  - 新的处理器均具备64位过更高的地址线和数据线
  - 机载计算机的内存也可以轻松上GB
  - 未来一两年，速度达到2400MHz，超过8GB的DDR4内存会成为桌面PC的起步配置
  - SSD固态硬盘技术越来越成熟，稳定性和速度已经非常可观
- **稍远的将来：海量的非易失存储技术**
  - DRAM的速度、闪存的数据保存性、HDD的容量
  - 颠覆传统的内存和外存结构，0秒启动的计算机，永远不需要“关机”

资料整理
火龙果软件
荐

机载计算机硬件的持续发展-异构计算

- **人工智能处理**
  - 新的处理器技术中已经加入了能够专门进行神经网络计算的处理部件，用于实时的人工智能处理（苹果公司用于iPhone X的A11处理器每秒6000亿次神经网络计算，华为最新的麒麟970处理器也加入了专门的神经网络计算部件）

资料整理
火龙果软件
荐

中间件的崛起

- **中间件带来的好处**
  - 简化应用软件开发
  - 提升软件可重用性
  - 支持新特性的实现
  - 有效的支撑多单位的协作开发

- **中间件这一层将越来越丰富**
  - DDS
  - CORBA
  - Web Service
  - … …

资料整理
火龙果软件
荐

功能性与可靠性的平衡

- 全静态的好处很多，但无法满足软件功能复杂性发展的需要（开发、运行、重构、扩展性、自适应性），但动态又存在风险。

- 由此渴望可控的动态特性：在ARINC653中有一定的体现，但还差很多；FACE标准中往前推进了一些，但没有说清楚；从底层到中间件，怎样得到可控的动态特性。

资料整理
火龙果软件
荐

从商用软件看架构发展趋势：服务化（SOA）

- 先进的工业软件和商业软件都大量的转向的服务化的架构，服务化的架构也正是支撑起云计算的关键技术，云计算在SOA的基础上实现了从计算机基础设施、平台、应用的云化。
- 服务化架构可以最大程度的实现软件代码的复用。
- 服务化架构提供可动态伸缩的服务能力。
- 服务化架构提供极为灵活的部署能力。
- 服务化架构必须要考虑服务的治理，否则会是一团乱麻。
- 服务化架构必须要考虑如何满足高安全、高可靠和高确定性的服务需求。

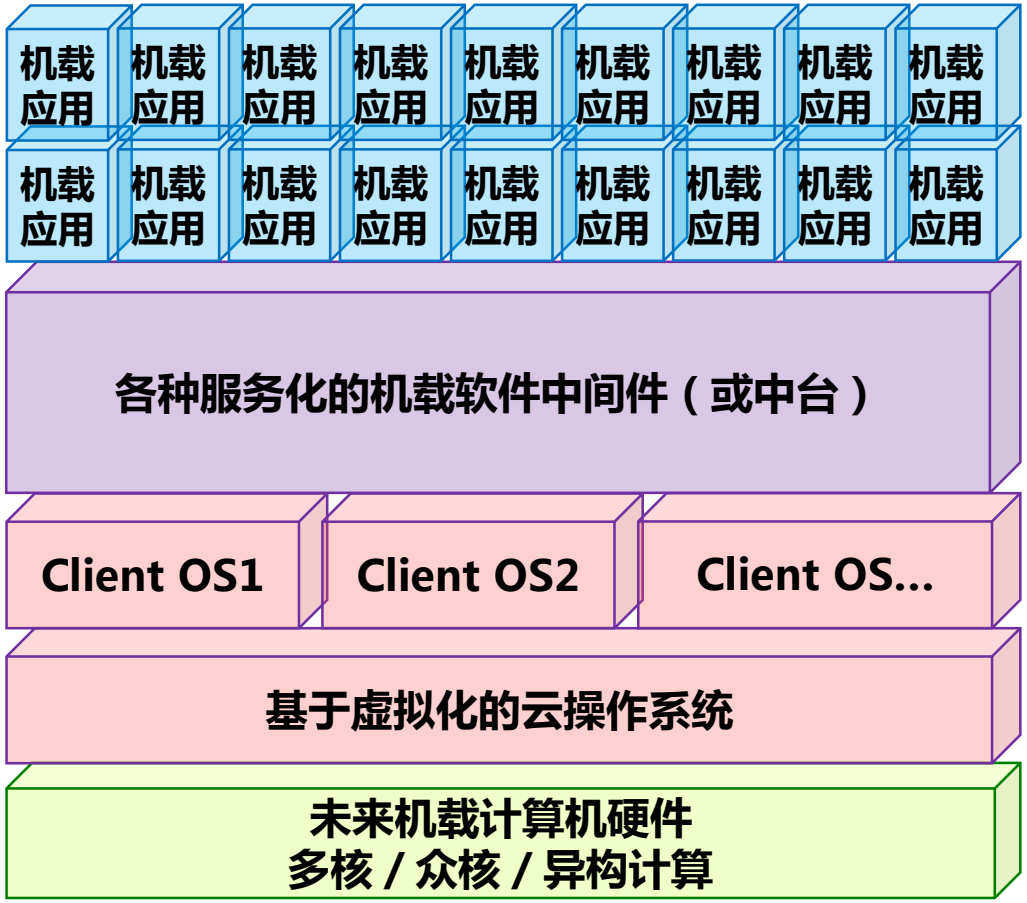
资料整理
火龙果软件
荐

软件架构的进化

- 新的软件架构不是完全摒弃原来的软件架构，往往是在原有的架构上进行修改：增加一些东西、去掉一些东西、调整一些关系，因此可以说软件架构的变化是生物的进化很像。
- 满足机载软件需要的服务化架构一样需要构建在ASSAC、以及FACE这些标准或规范之上，只是这些规范和标准也会随之修改和进化。

资料整理
火龙果软件
荐

预测的机载软件架构



资料整理
火龙果软件
荐

超越软件架构的软件架构

- 软件架构还要考虑到人，尤其是软件的开发人员
- 软件与硬件的最大不同在于其无限的可能性
- 软件实现是人性与逻辑的结合点
- 理想的架构：为软件开发人员提供足够的驱动力 + 保护软件开发人员的创造性 + 严格测试验证技术与能力兜底

资料整理
火龙果软件
荐

感谢您的聆听

资料整理
火龙果软件
荐