火龙果•整理
uml.org.cn

- 内容介绍
- 一、什么是AUTOSAR
- 二、AUTOSAR分层概述
- 三、应用层
- 四、RTE层
- 五、基础软件层（BSW）
- 六、SmartSAR studio使用总结

火龙果•整理
uml.org.cn

一、什么是AUTOSAR

AUTOSAR是Automotive Open System Architecture（汽车开放系统架构）的首字母缩写，是一家致力于制定汽车电子软件标准的联盟。AUTOSAR是由全球汽车制造商、部件供应商及其他电子、半导体和软件系统公司联合建立，各成员保持开发合作伙伴关系。自2003年起，各伙伴公司携手合作，致力于为汽车工业开发一个开放的、标准化的软件架构。AUTOSAR这个架构有利于车辆电子系统软件的交换与更新，并为高效管理愈来愈复杂的车辆电子、软件系统提供了一个基础。此外，AUTOSAR在确保产品及服务质量的同时，提高了成本效率。

火龙果•整理
uml.org.cn

国内AUTOSAR研究情况

浙江大学ESE实验中心从2004年开始关注AUTOSAR，并率先加入了AUTOSAR组织。目前浙江大学ESE实验中心已经成功开发出一套符合AUTOSAR标准的集成的ECU开发工具链（简称为SmartSAR Studio），它可以用于ECU软件架构、网络系统配置、基础软件核配置、诊断、标定和仿真测试，支持从上到下、软件为中心的快速迭代开发模式。另外，ESE实验室中心已经开发出符合AUTOSAR标准的操作系统、通信等基础软件模块。

火龙果•整理
uml.org.cn

国外AUTOSAR研究情况

MICROSAR是Vector根据AUTOSAR标准开发的一系列产品级软件模块，包括RTE、CAL、OS、COM、IO、SYS和DIAG等等。在MICROSAR的帮助下，开发人员可以完全忽略硬件平台不同所带来的差异，甚至可以在缺少硬件平台的情况下先期开发应用程序，利用CANoe作为平台进行仿真和调试。这一切都是由于MICROSAR所提供的标准化接口。

火龙果•整理
uml.org.cn

MICROSAR需要DaVinci系列工具来进行配置。

DaVinci Developer：

DaVinci Developer一个专用于符合AUTOSAR标准的ECU软件开发工具，它可以用来配置并生成ECU的RTE(RunTime Environment)源代码。用户可以利用DaVinci Developer的图形用户界面开发应用程序(SWC)以及定义应用程序接口，并可以方便的调用DaVinci系列的其他工具。

- 导入AUTOSAR的ECU交换文档(Extract of ECU Description File)
- 图形化定义软件组件(SWC)
- 定义端口(Ports)和数据类型(Data Elements)
- 将运行实体(Runnables)映射到操作系统任务(Task)中
- 导入/导出AUTOSAR的arxml文件
- 从网络数据库中导入信号
- 针对ECU配置的一致性校验
- 与Matlab/Simulink无缝集成

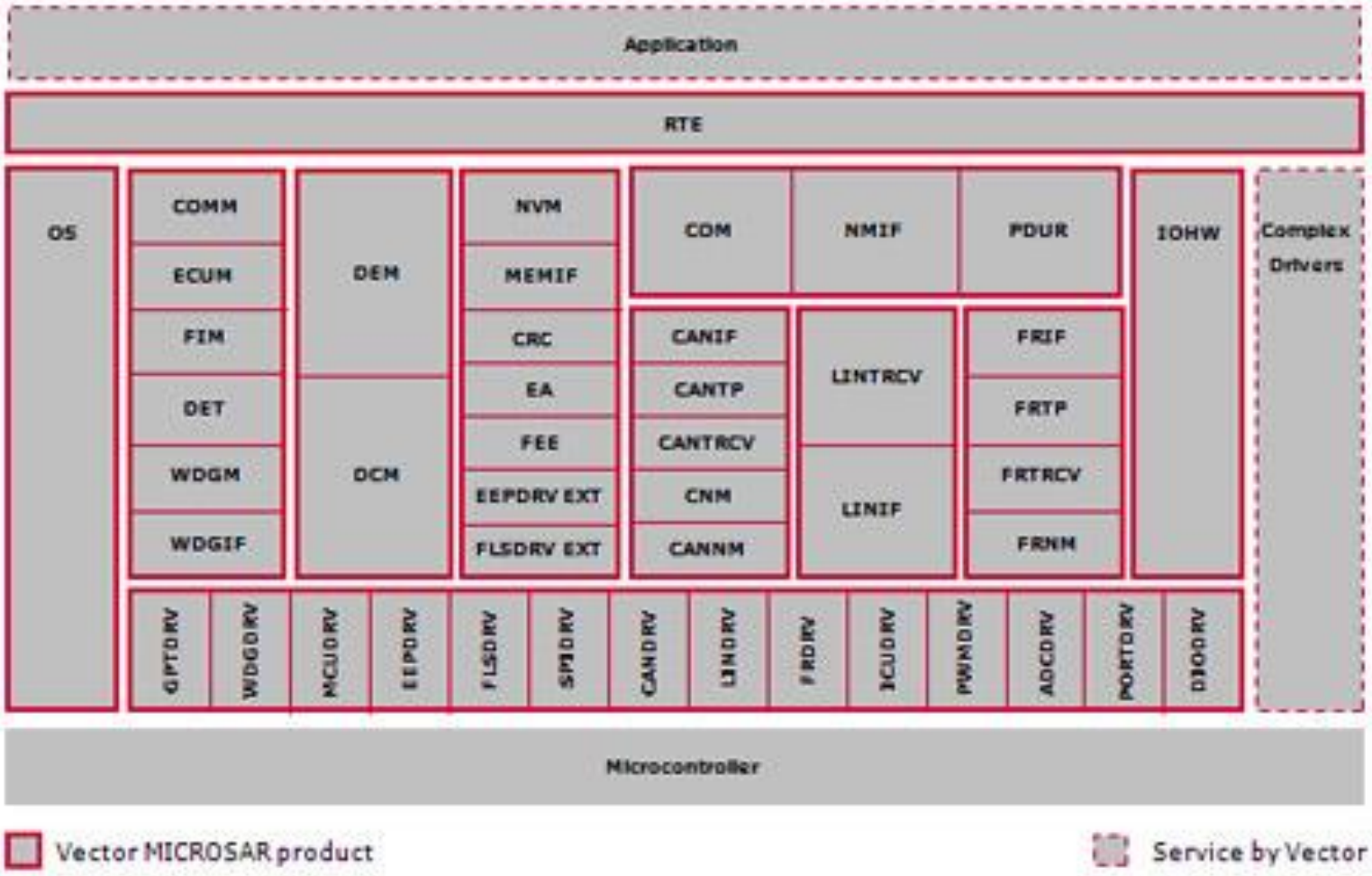
火龙果•整理
uml.org.cn

DaVinci Configurator Pro:

DaVinci Configurator Pro是一个符合AUTOSAR标准的软件配置工具，它专门用于配置并生成ECU中的Basic Software(BSW)。它能保证在配置各底层软件模块的过程中，各配置参数的一致性。如果出现配置数据错误或缺失，DaVinci Configurator Pro能及早发现并提出警告。

- 使用图形化的配置简化了各参数间复杂的内部关系
- 支持在同一系统中并行配置不同版本的BSW(如2.1和3.0)
- 基于AUTOSAR规范的验证过程
- 依然使用GENy来配置通信相关模块(为CANbedded用户带来方便)
- 针对BSW配置的一致性校验

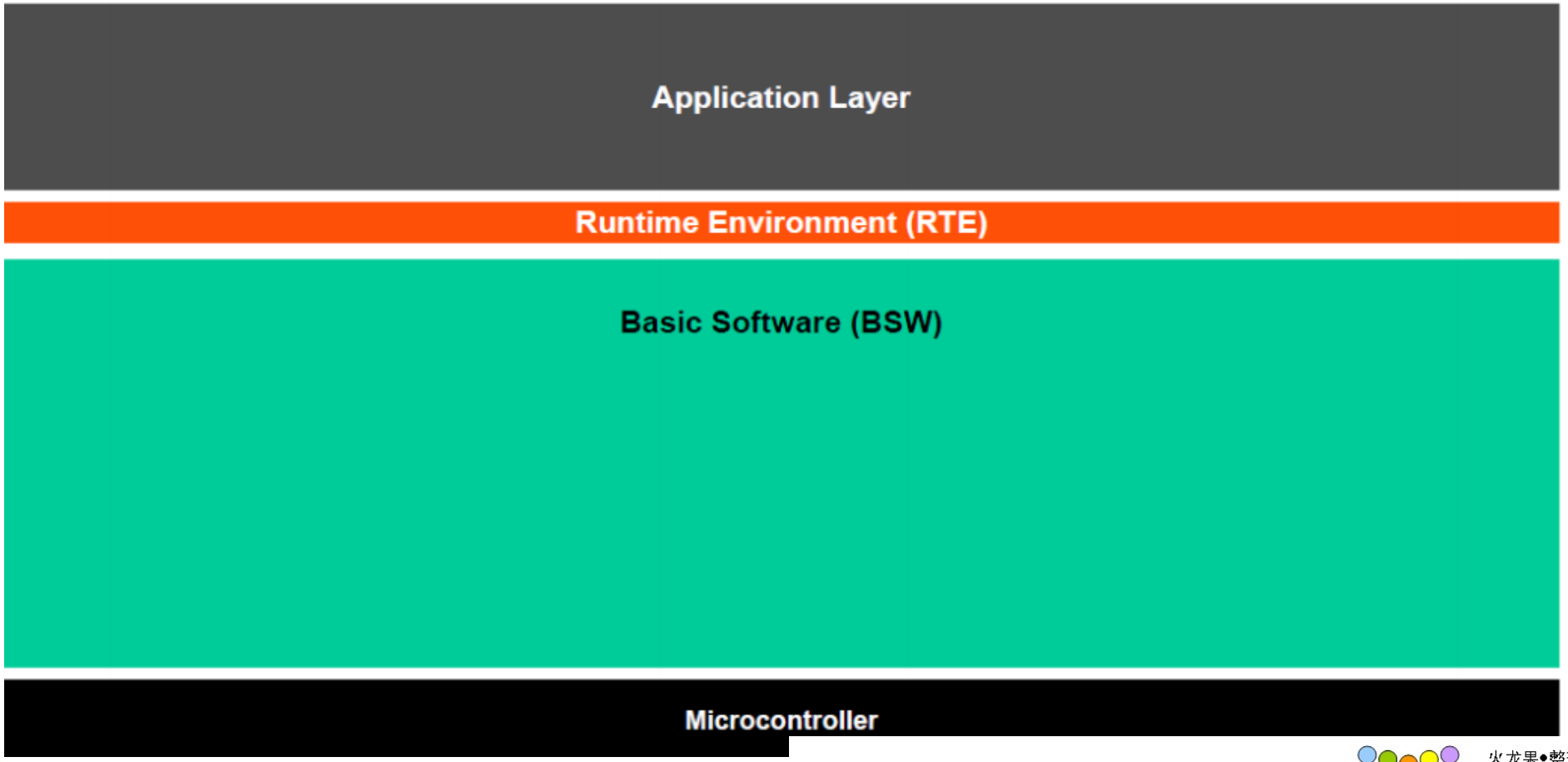
火龙果•整理
uml.org.cn



火龙果•整理
uml.org.cn

二、AUTOSAR的分层概述

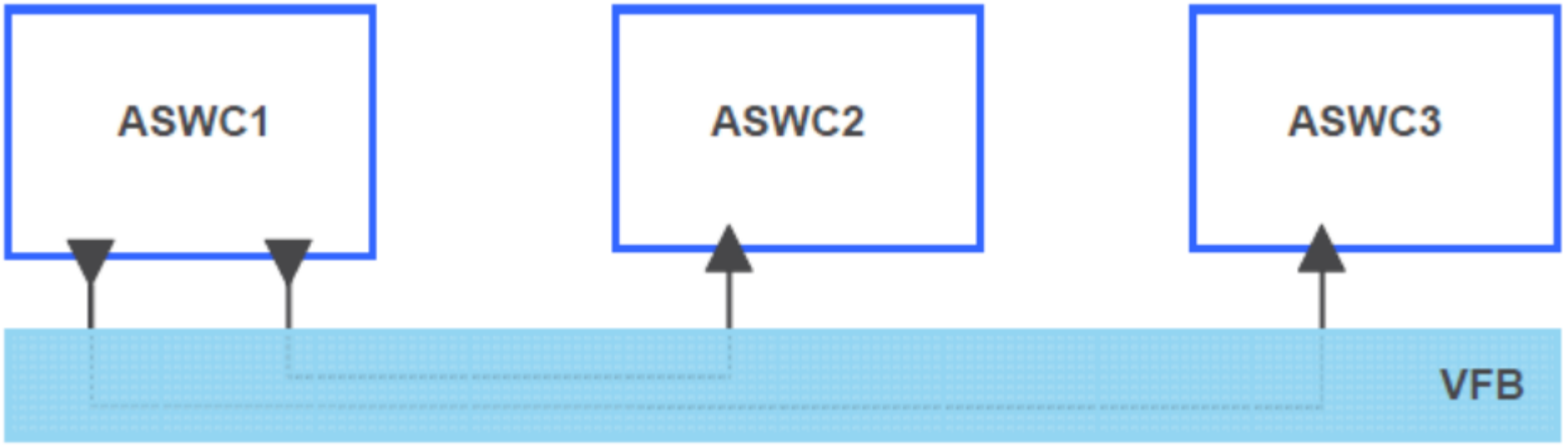
将运行在Microcontroller之上的ECU软件分为Application、 RTE、 BSW三层



火龙果•整理
uml.org.cn

- **1、应用层**

  应用层将软件都划分为一个Atomic Software component（ASWC），包括硬件无关的Application Software Component、 Sensor Software Component、 Actuator Software Component等。



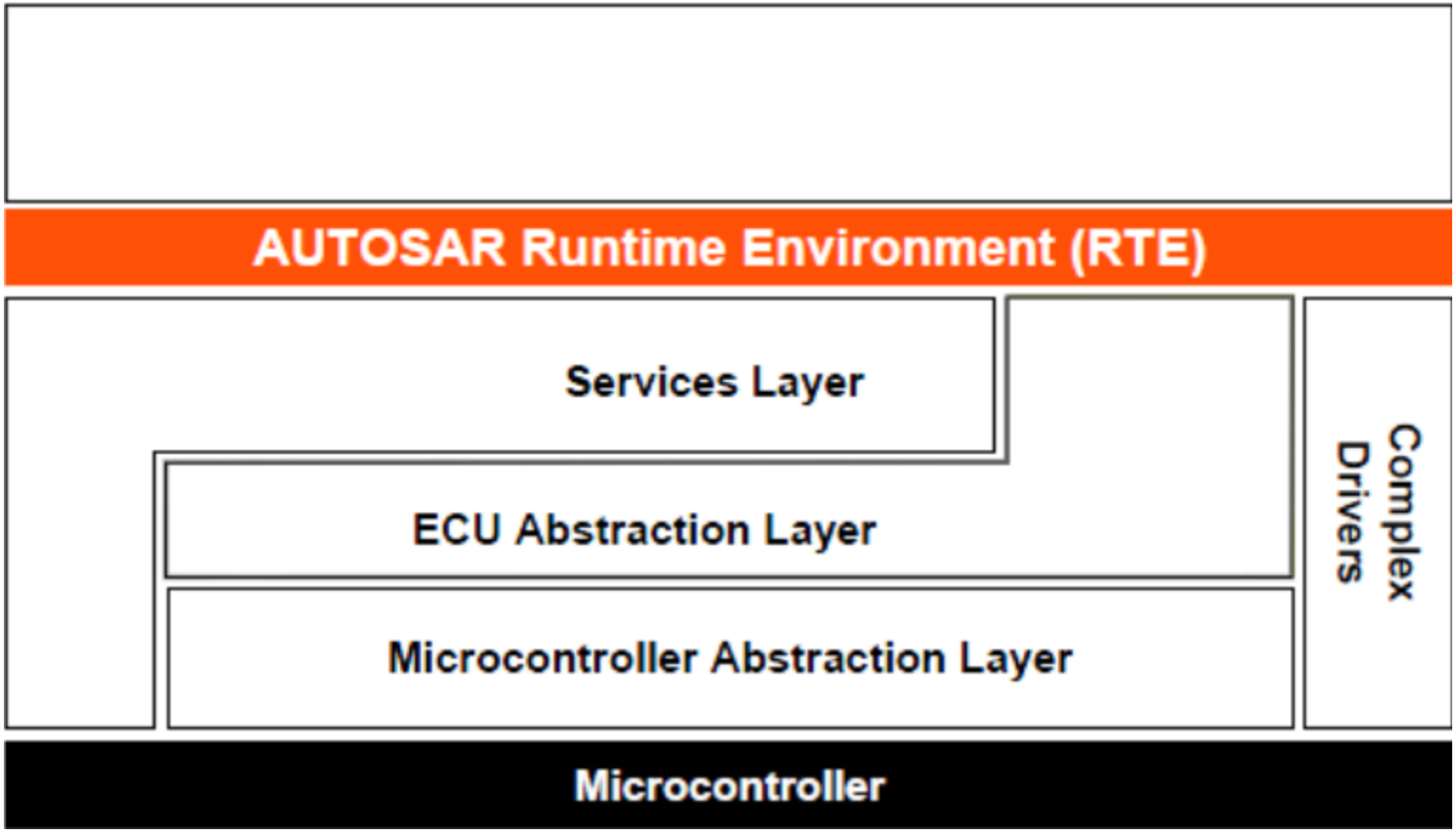
火龙果•整理
uml.org.cn

2、RTE层

RTE提供基础的通信服务，支持Software Component之间和Software Component到BSW的通信（包括ECU内部的程序调用、ECU外部的总线通信等情况）。

RTE使应用层的软件架构完全脱离于具体的单个ECU和BSW。

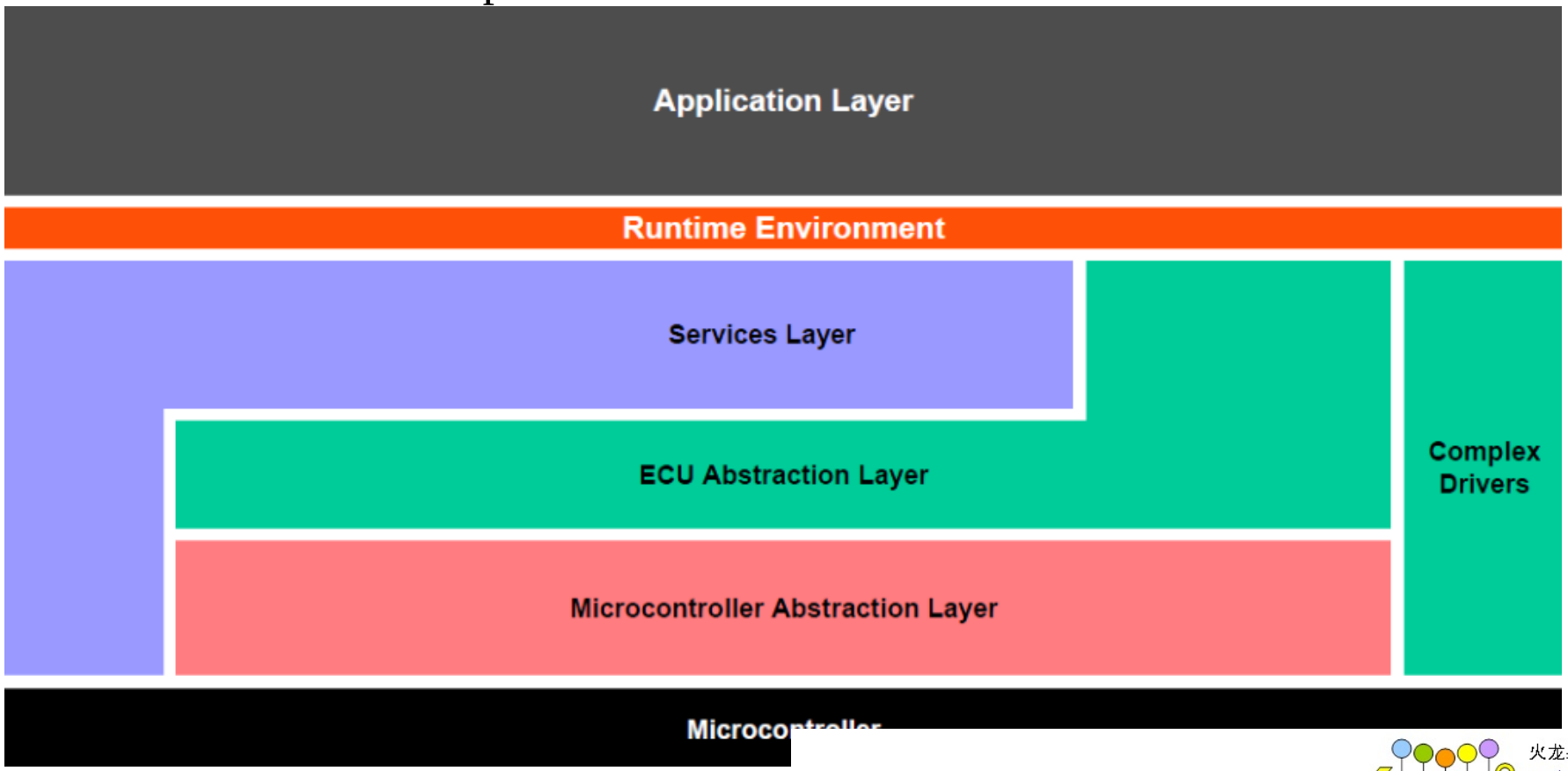
火龙果•整理
uml.org.cn



火龙果•整理
uml.org.cn

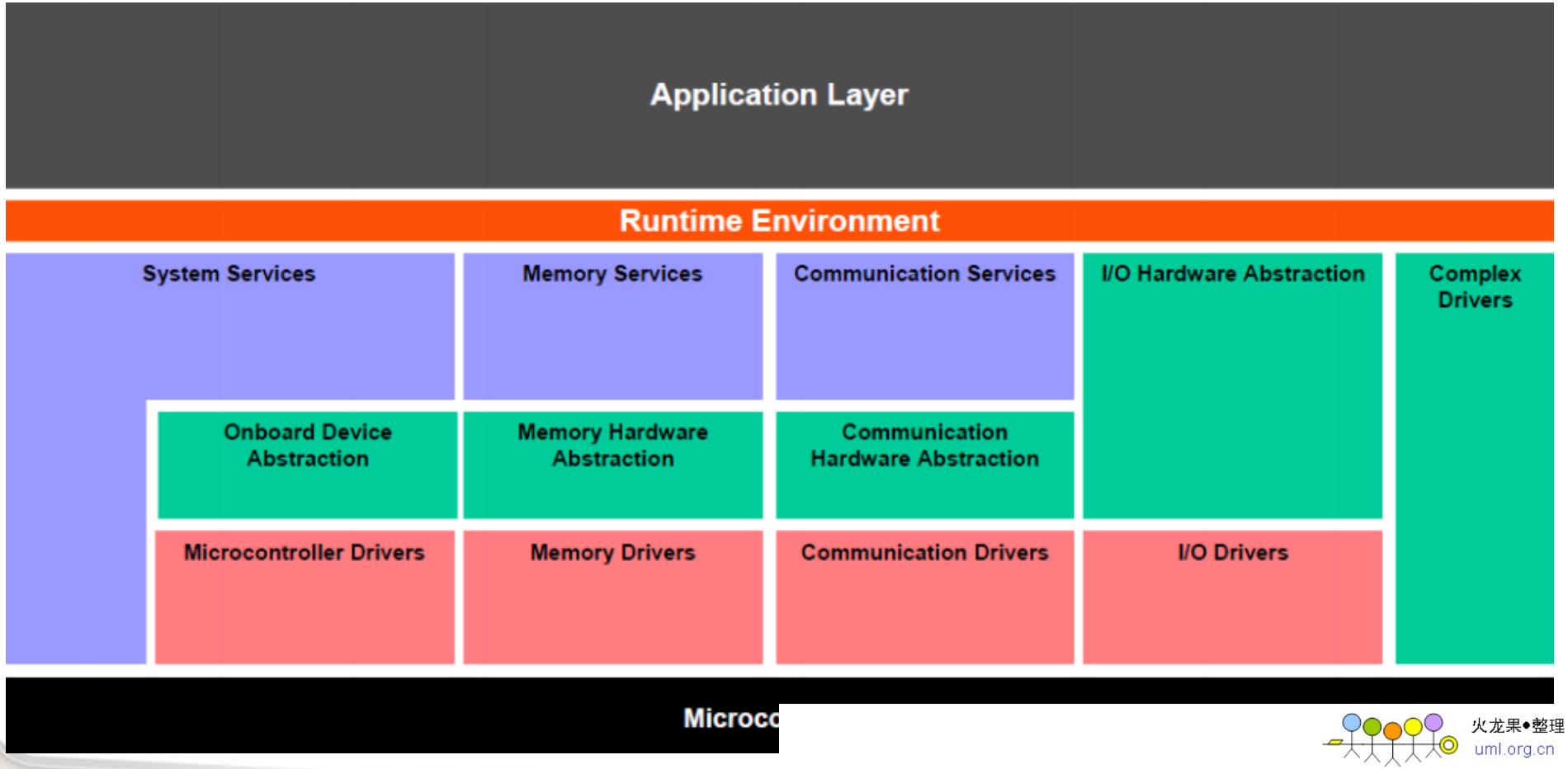
- **3、BSW层**

将基础软件层(BSW)分为Service、ECU Abstraction、Microcontroller Abstraction以及Complex Drivers。



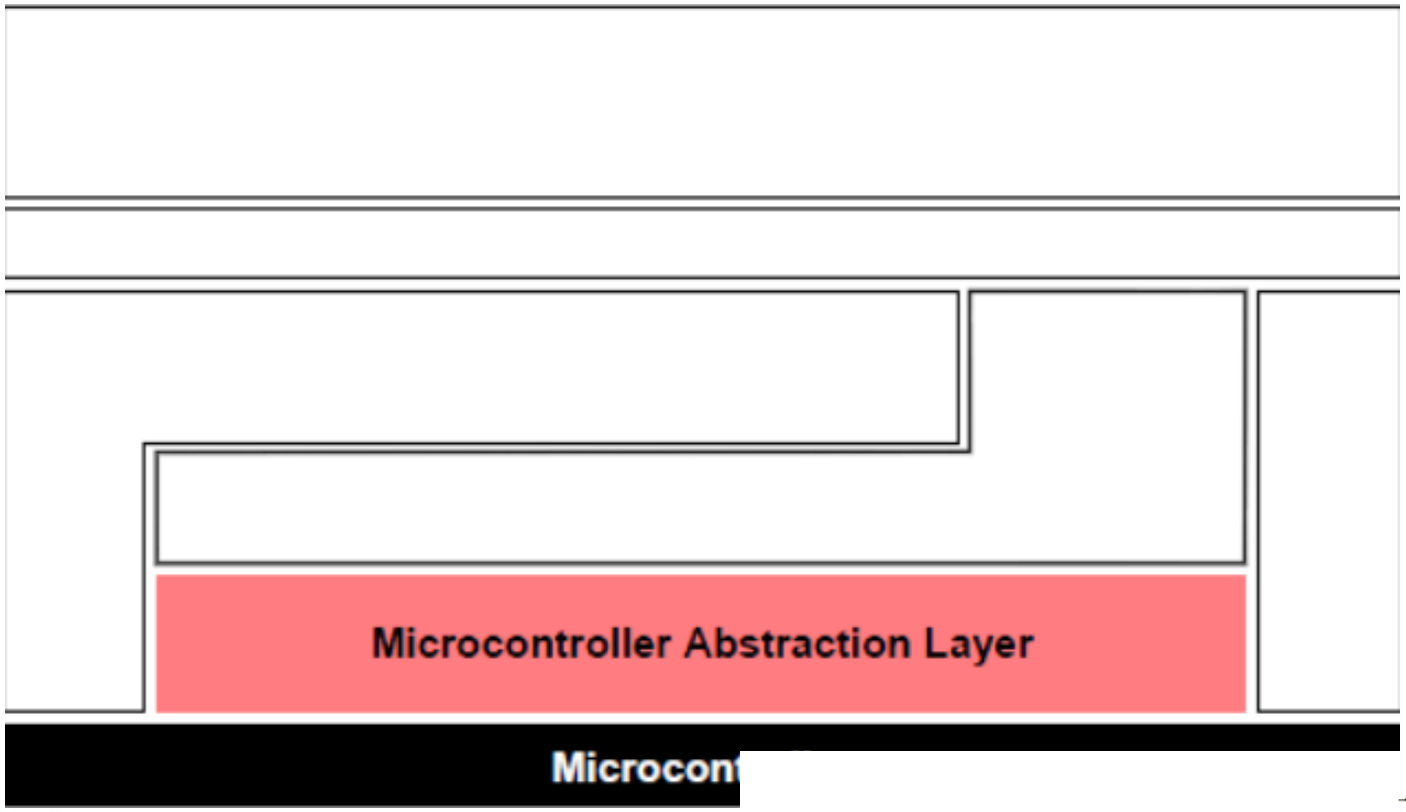
火龙果•整理
uml.org.cn

每层的BSW中包括不同的功能模块。比如Service层包括系统服务、内存服务、通信服务。



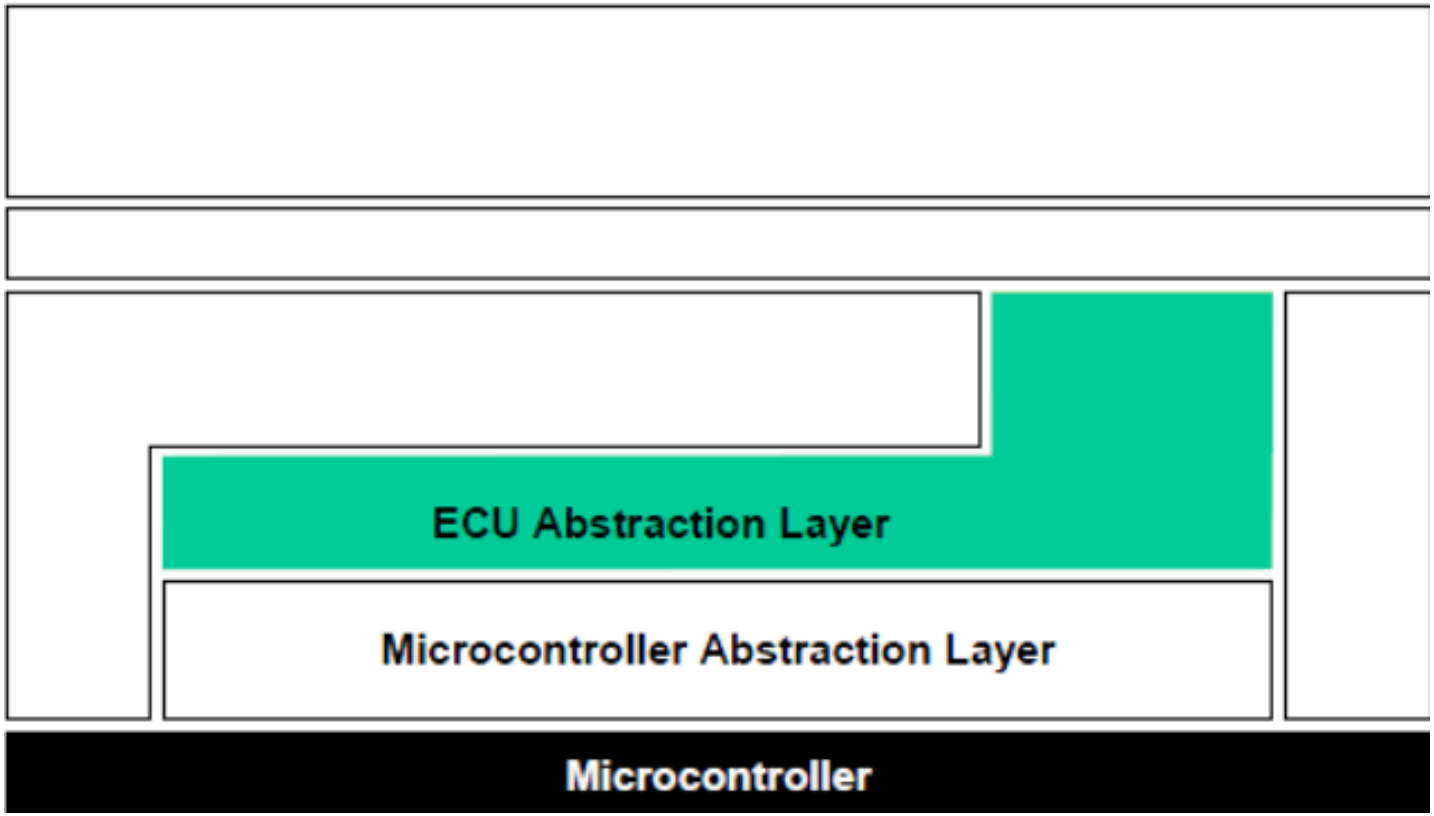
微控制器抽象层(Microcontroller AbstractionLayer)是在BSW的最底层，它包含了访问微控制器的驱动。

微控制器抽象层使上层软件与微控制器相分离，以便应用的移植。



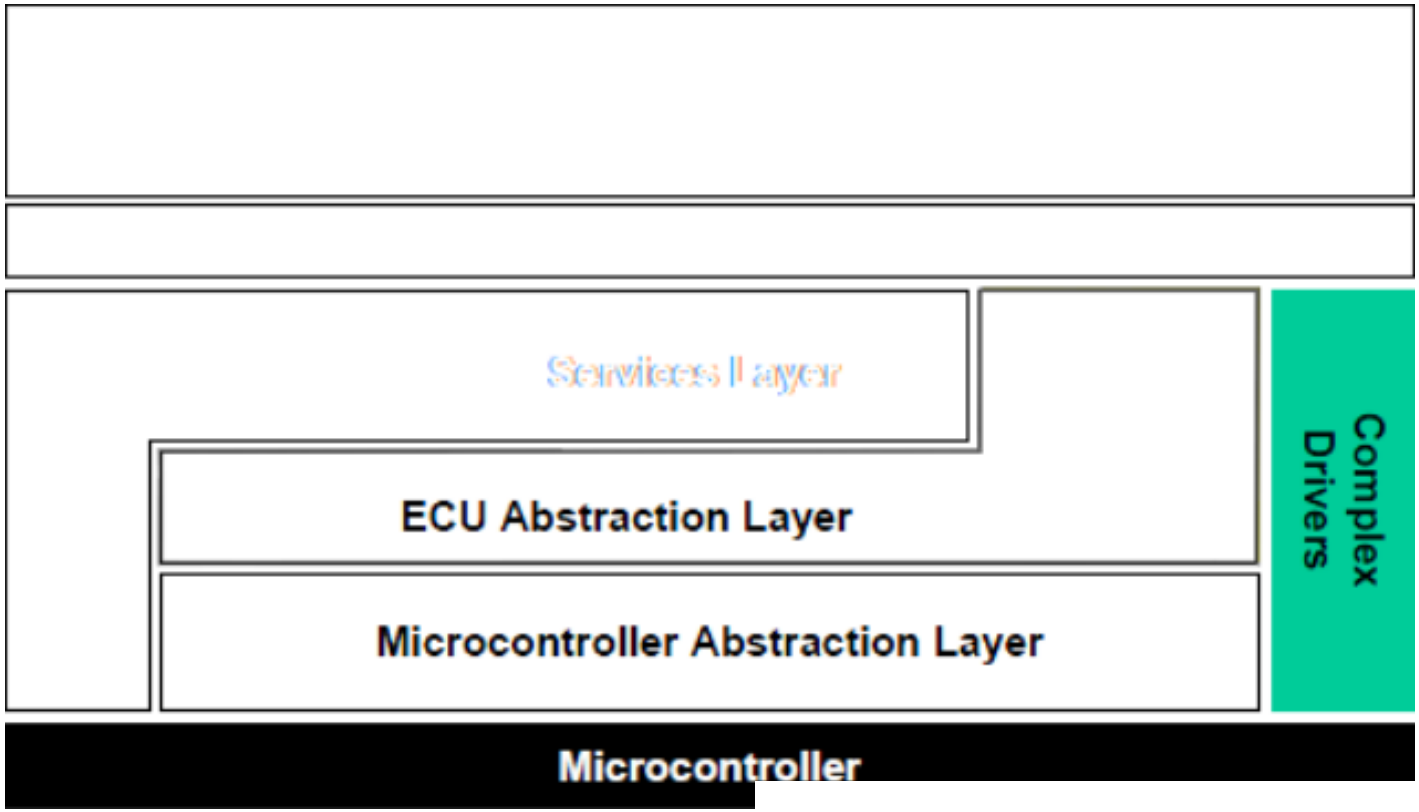
ECU抽象层封转了微控制器层以及外围设备的驱动。

将微控制器内外设的访问进行了统一，使上层软件应用与ECU硬件相剥离。

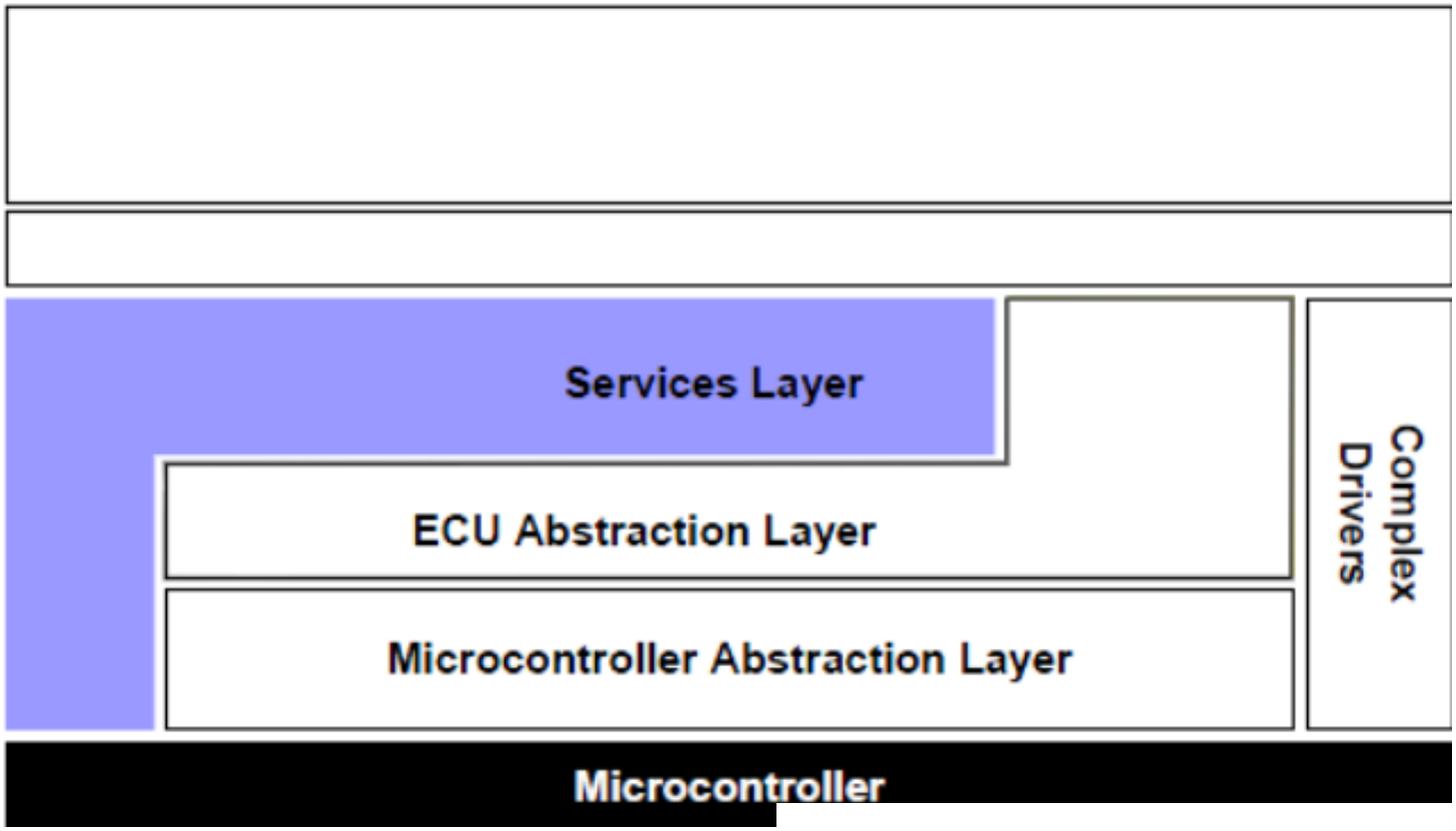


火龙果•整理
uml.org.cn

为了满足实时性等要求，可以利用复杂驱动（Complex Drivers），让应用层通过RTE直接访问硬件。
也可以利用复杂驱动封转已有的非分层的软件，以实现向AUTOSAR软件架构逐步实施。



服务层（Service Layer）位于BSW的最上面，将各种基础软件功能以服务的形式封转起来，供应用层调用。
服务层包括了RTOS、通信与网络管理、内存管理、诊断服务、状态管理、程序监控等服务。



火龙果•整理
uml.org.cn

BSW包括以下服务类型：

Input/output(I/O)服务：将执行器、传感器以及外设的访问标准化

内存服务：将微控制器内外内存的访问进行统一封转

通信服务：将整车网络系统、ECU网络系统、软件组件内的访问进行统一封转

系统服务：包括RTOS、定时器、错误处理、看门狗、状态管理等服务

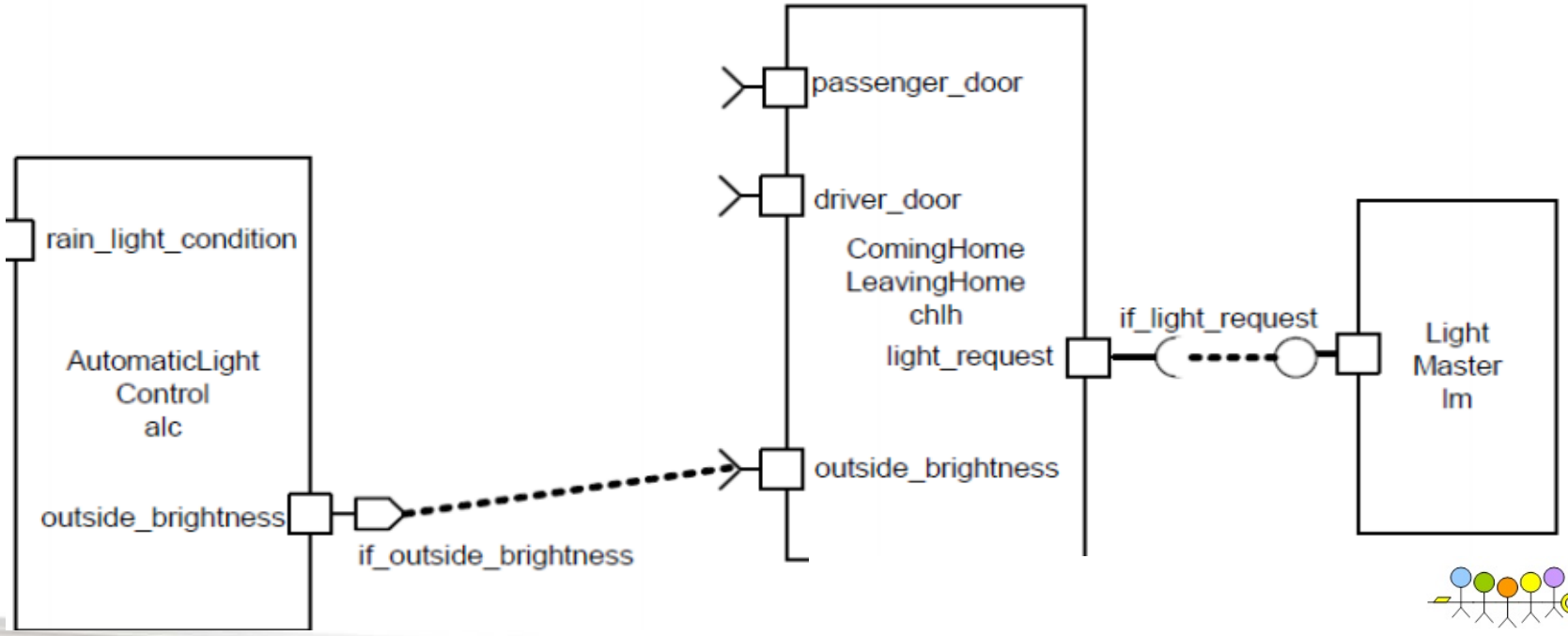
火龙果•整理
uml.org.cn

二、应用层

应用层由各种AUTOSAR Software Component（SW-C）组成

每个AUTOSAR　SW-C都封转了各种应用的功能集，可大可小

每个AUTOSAR SW-C只能运行在一个ECU中，也可称为AtomicSW-



火龙果•整理
uml.org.cn

可以通过算法建模、手写代码等多种方式实现SW-C。

在AUTOSAR架构体系中，SW-C的实现：

与MCU类型无关

与ECU类型无关

与相互关联的SW-C的具体位置无关

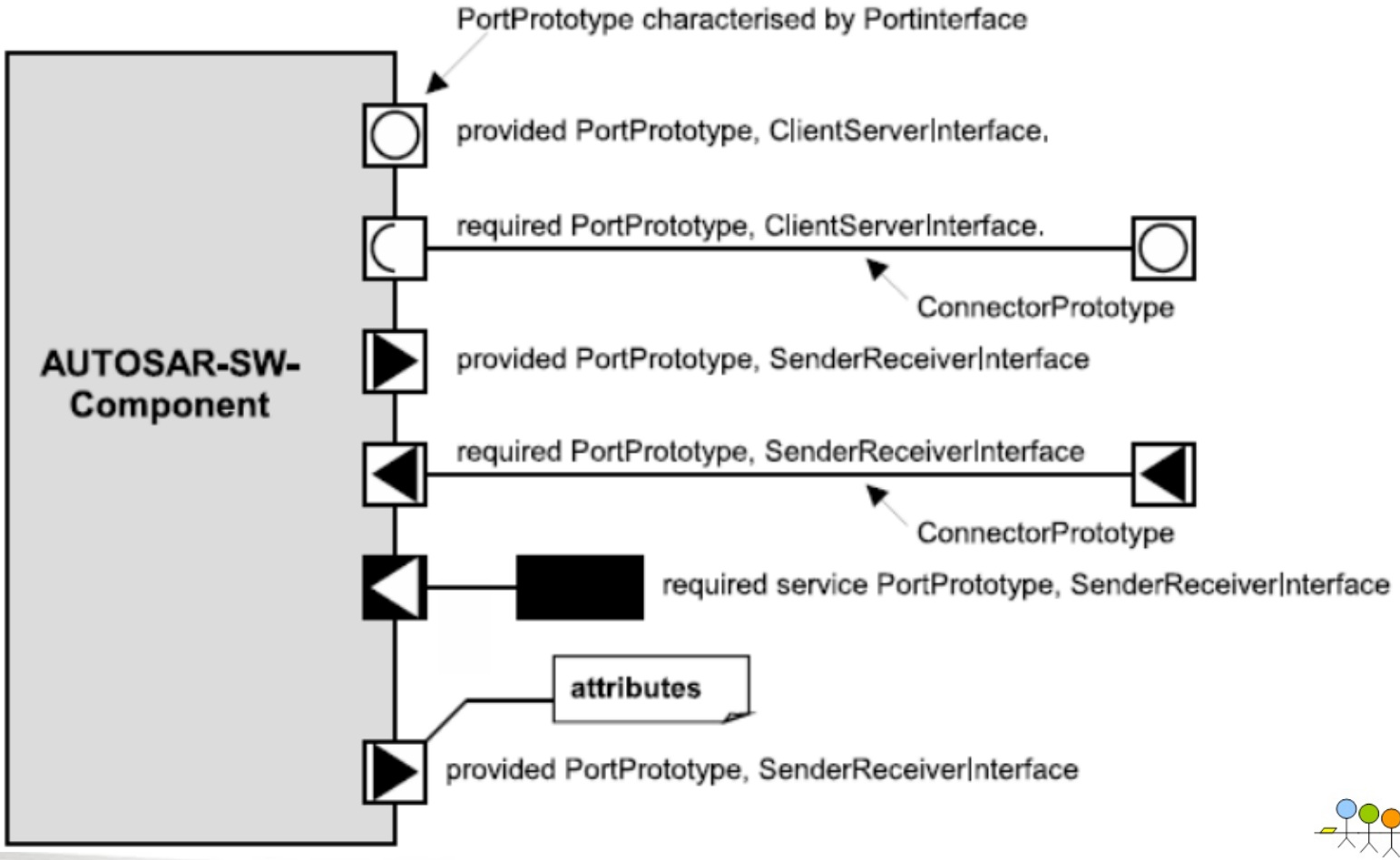
与具体SW-C的实例个数无关

Software Component Template规定了SW-C的描述规范

Port和Interface：

Port：表示输入（RPort）或输出（PPort）

Interface：具体输入输出的方式、数据类型等



火龙果•整理
uml.org.cn

SW-C的类型：

软件组件单元（ ASWC ）

应用软件组件

输入输出软件组件

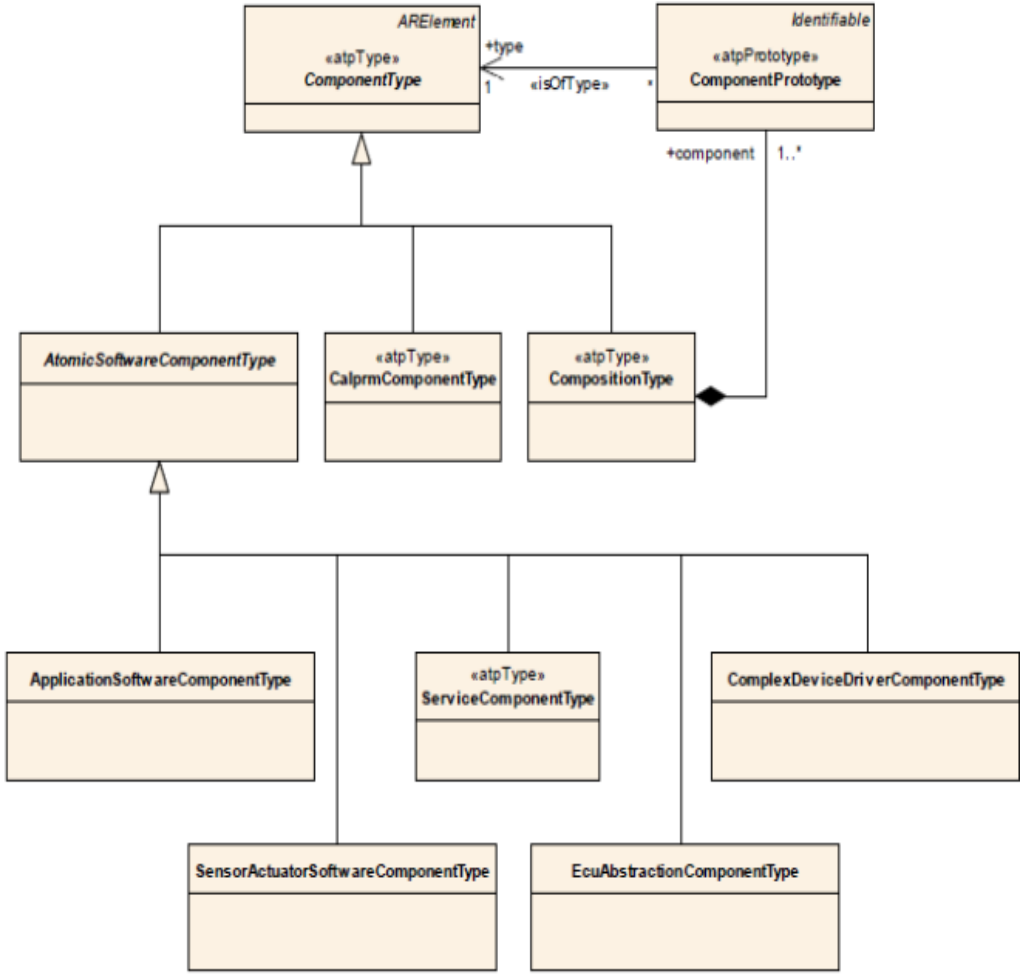
服务组件

ECU抽象组件

复杂驱动组件

标定程序组件

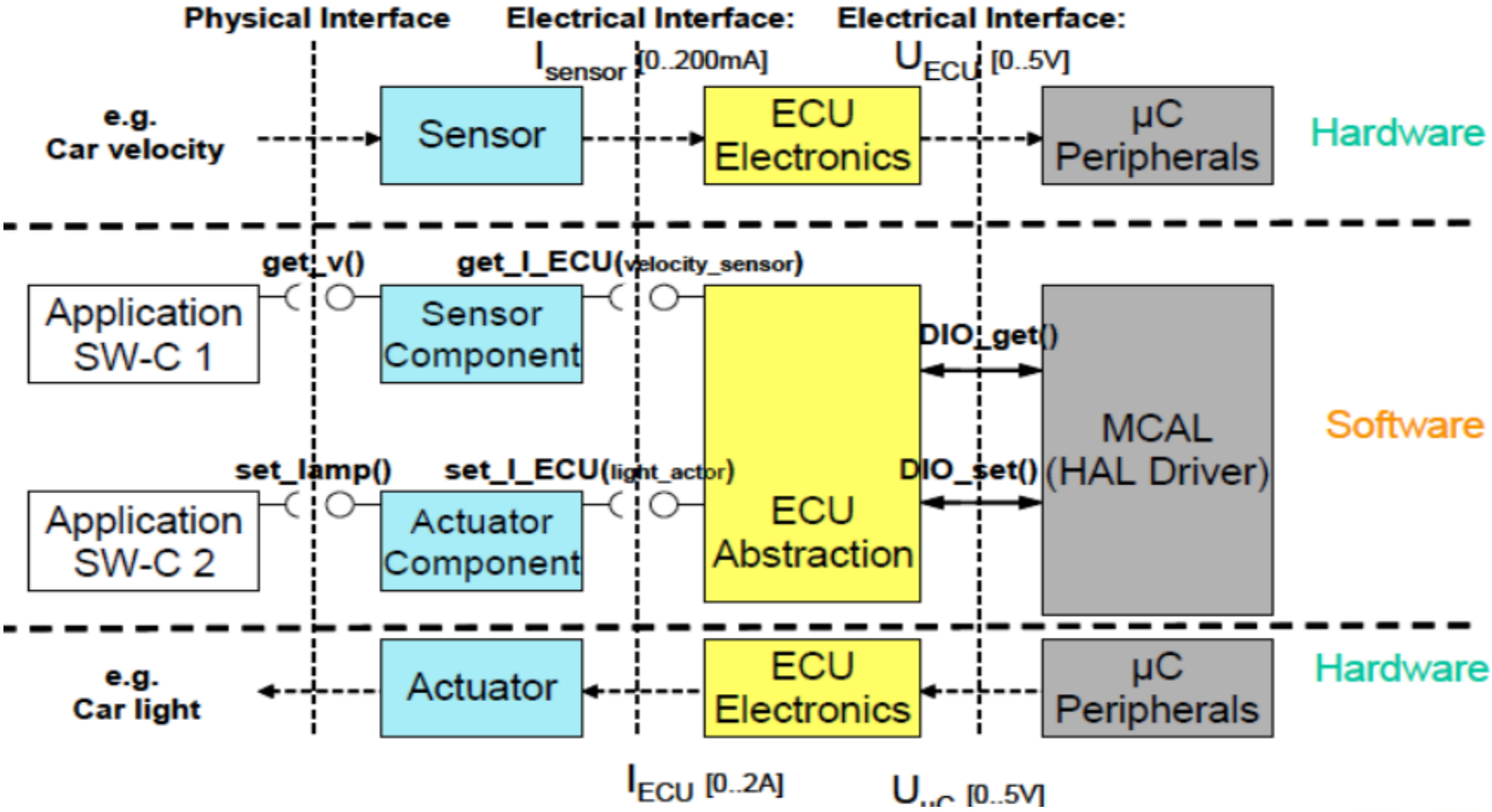
组合Composition



火龙果•整理
uml.org.cn

Sensor/Actuator Software Components：

所有I/O的输入输出都通过Sensor/Actuator SW-C



火龙果•整理
uml.org.cn

Composition:

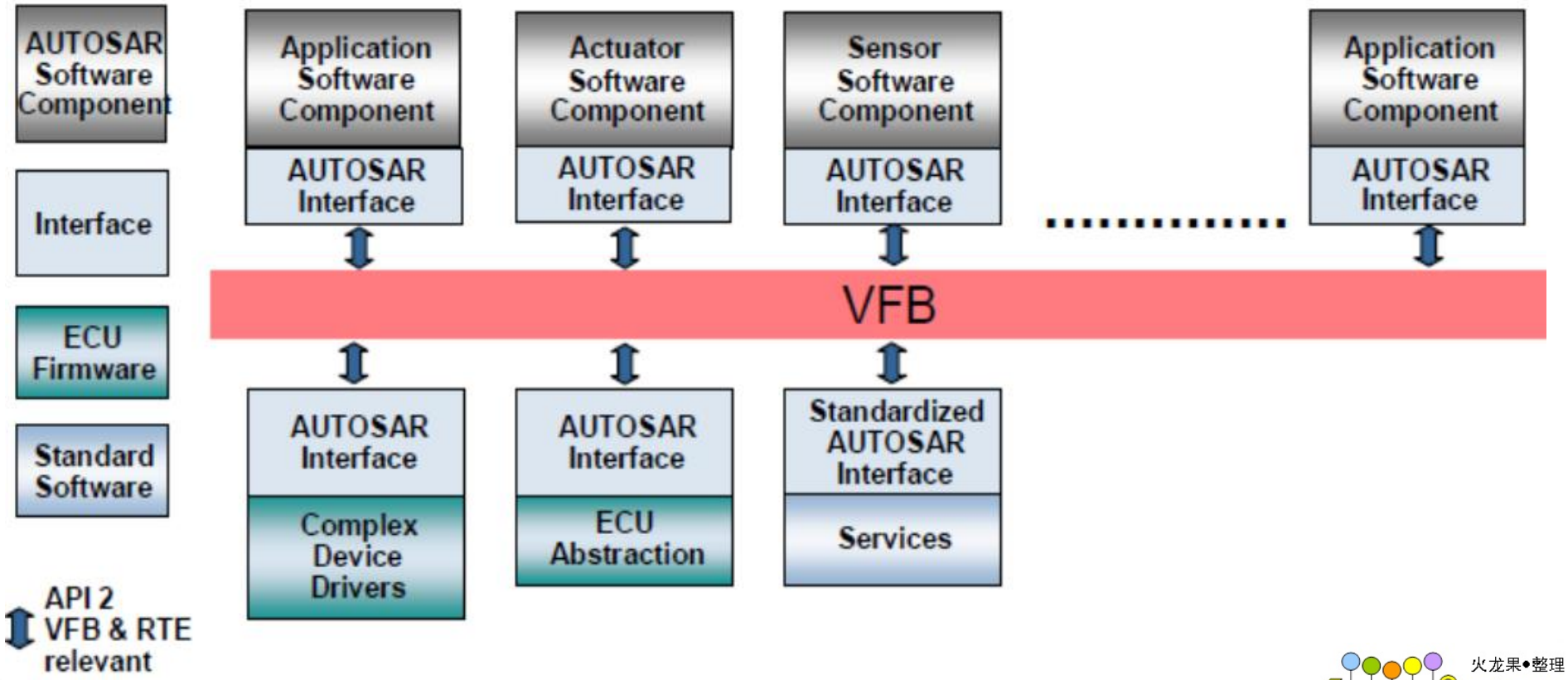
Composition是多个ASWC的实例集合，也当做是SW-C。

Composition的Port是内部某个ASWC的Port代理，通过DelegationConnector来表示。

Composition内ASWC之间的输入输出是通过AssemblyConnector来表示。

Virtual Functional Bus：

所有的Component（包括ASWC、ECU抽象、服务、复杂驱动）之间的通信组成了VFB。



火龙果•整理
uml.org.cn

Runtime Environment ：

RTE是VFB在具体一个ECU中的实例。

RTE实现了应用层SW-C之间、应用层SW-C与BSW之间的具体通信。

RTE通过划分RTOS的任务、资源、事件等，提供给组件一个隔离底层中断的运行时环境。

火龙果•整理
uml.org.cn

RTE的通信实现：

SW-C之间的通信是调用RTE API函数而非直接实现的，都在RTE的管理和控制之下。

每个API遵循统一的命名规则且只和软件组件自身的描述有关。

具体通信实现取决于系统设计和配置，都由工具供应商提供的RTE Generator自动生成的。

火龙果•整理
uml.org.cn

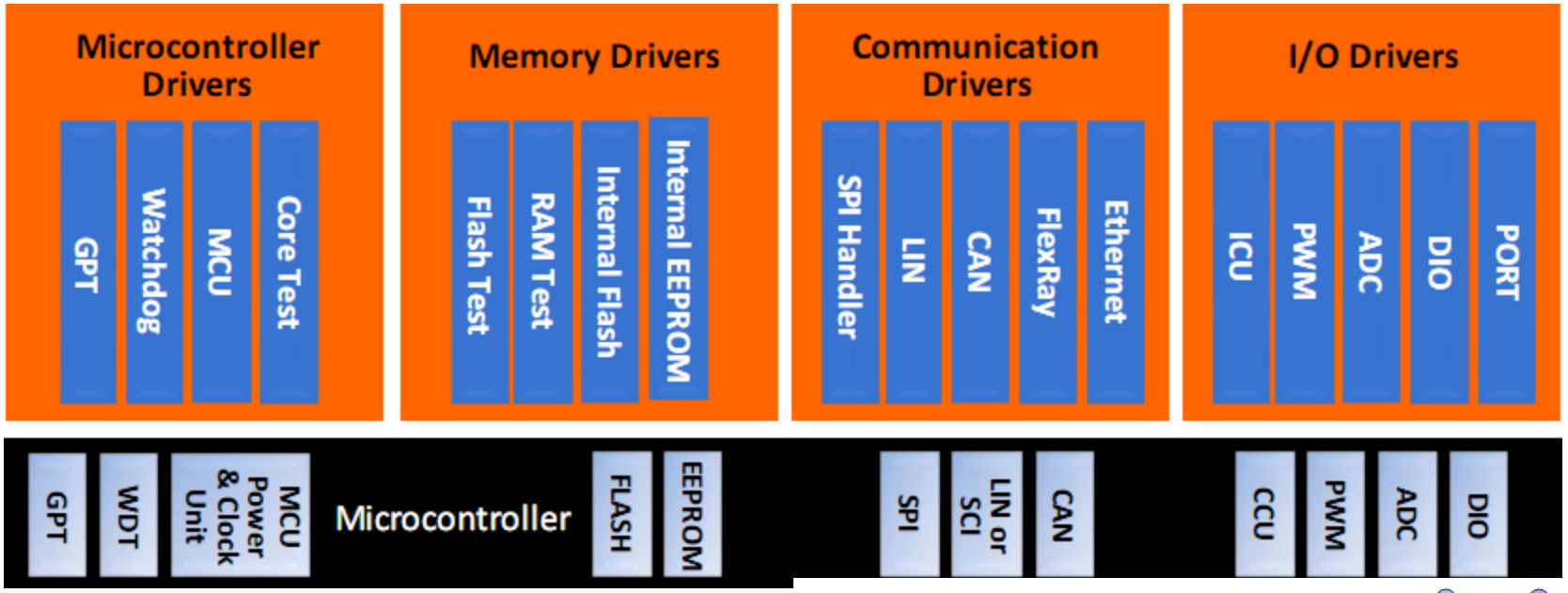
微控制器抽象层：

通信驱动：SPI、CAN等。

I/O驱动：ADC、PWM、DIO等。

内存驱动：片内EEPROM、Flash等。

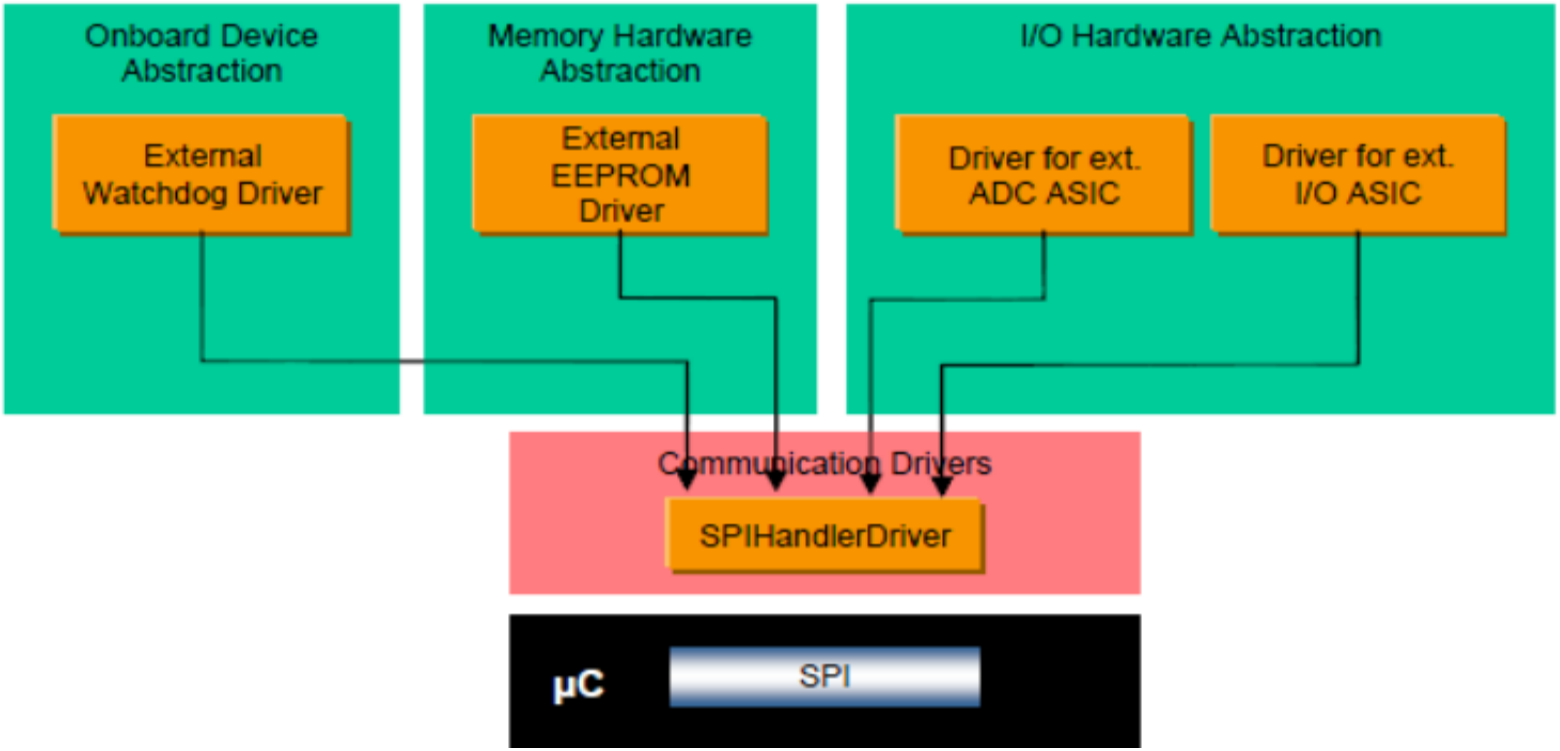
微控制器驱动：Watchdog、GPT等。



火龙果•整理
uml.org.cn

微控制器抽象层：SPIHandlerDriver

SPIHandlerDriver封转了统一访问SPI总线的接口，上层软件可以并发的多个访问。



火龙果•整理
uml.org.cn

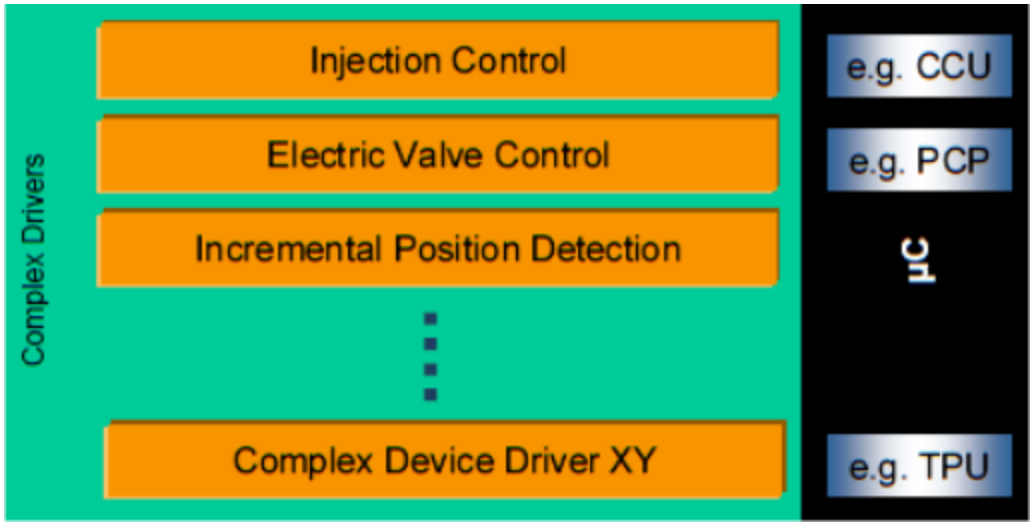
复杂驱动：

利用中断、TPU、PCP等，复杂驱动可以实现实时性高的传感器采样、执行器控制等功能。

比如：注射控制；

电子阀门控制；

增量位置测量监测；

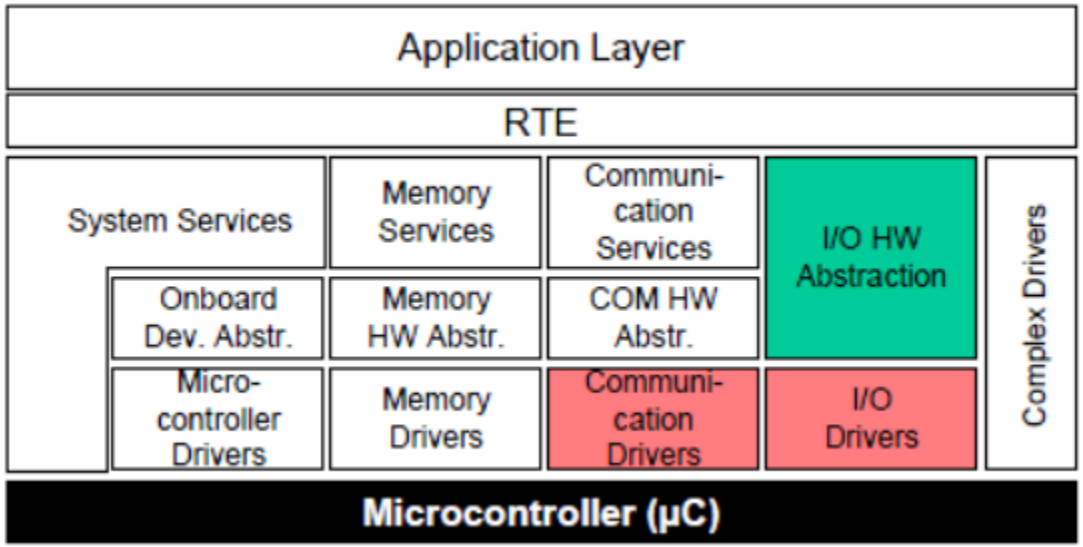


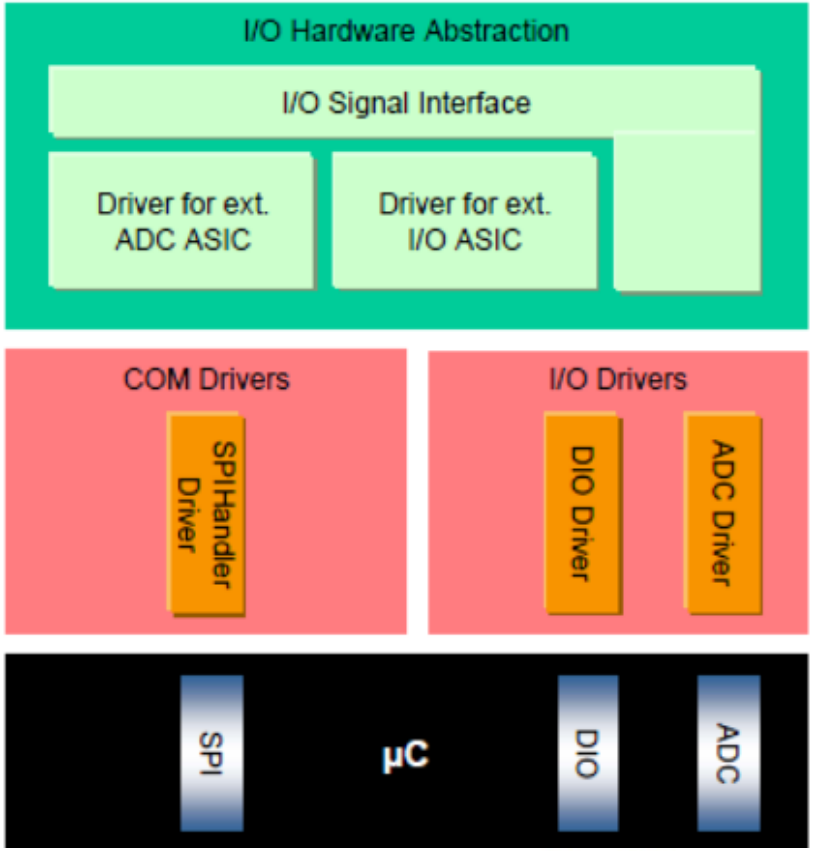
火龙果•整理
uml.org.cn

I/O硬件抽象：

可以通过I/O硬件抽象中的信号接口来访问不同的I/O设备。

将I/O信号都进行了封转，比如电流、电压等。



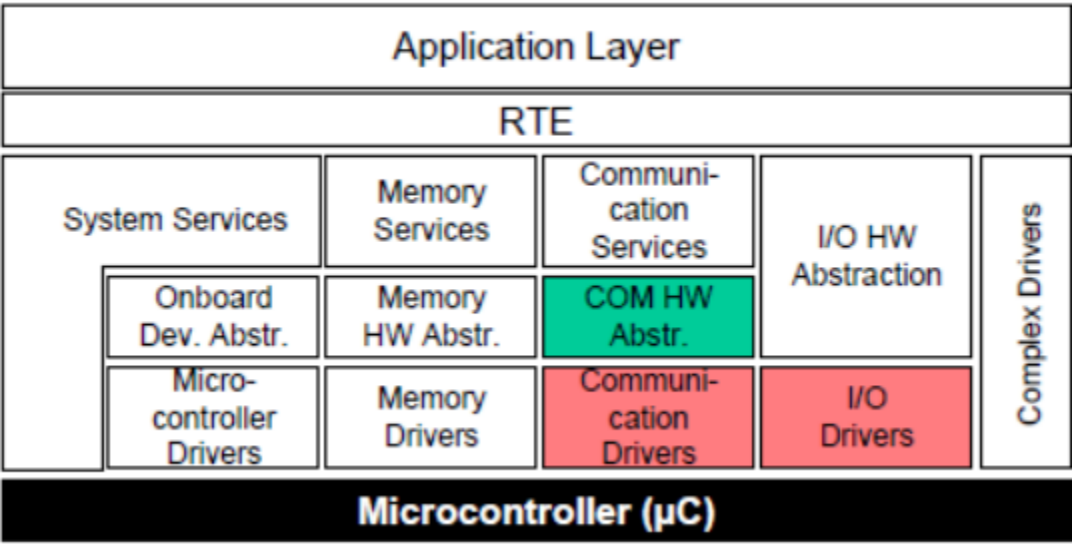


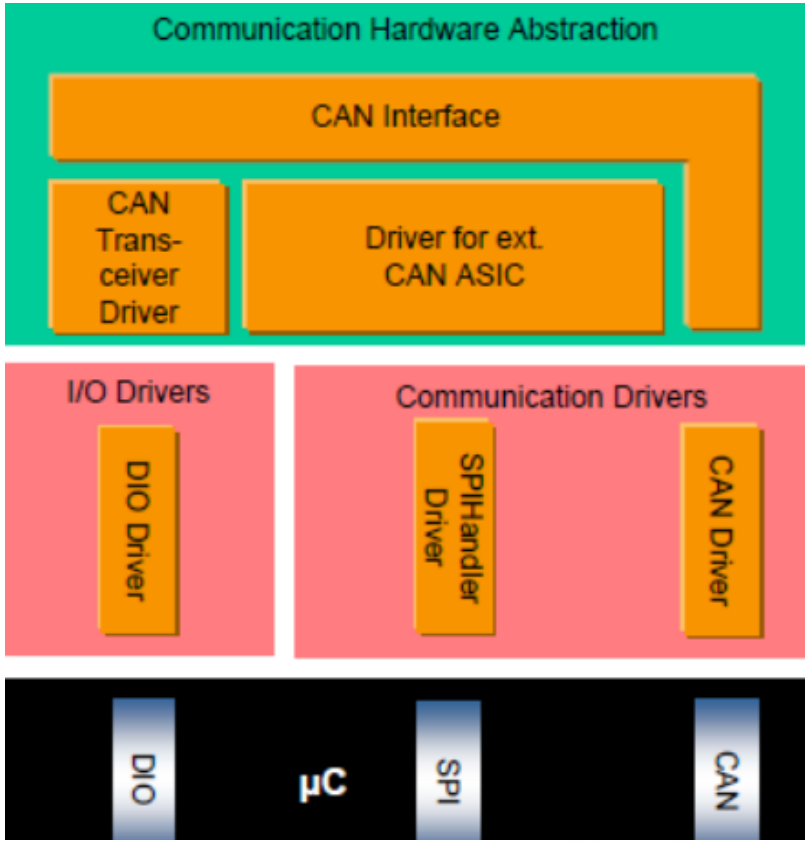
火龙果•整理
uml.org.cn

COM硬件抽象：

COM硬件抽象将微控制器、板上的所有通信通道进行了封装。

将LIN、CAN、FlexRay等通信方式都进行了抽象定义。

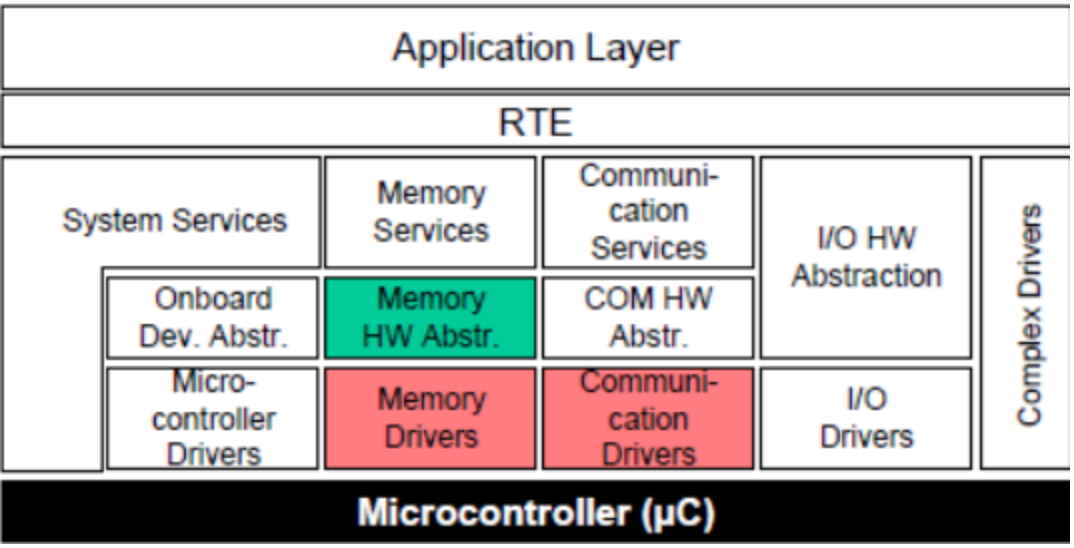


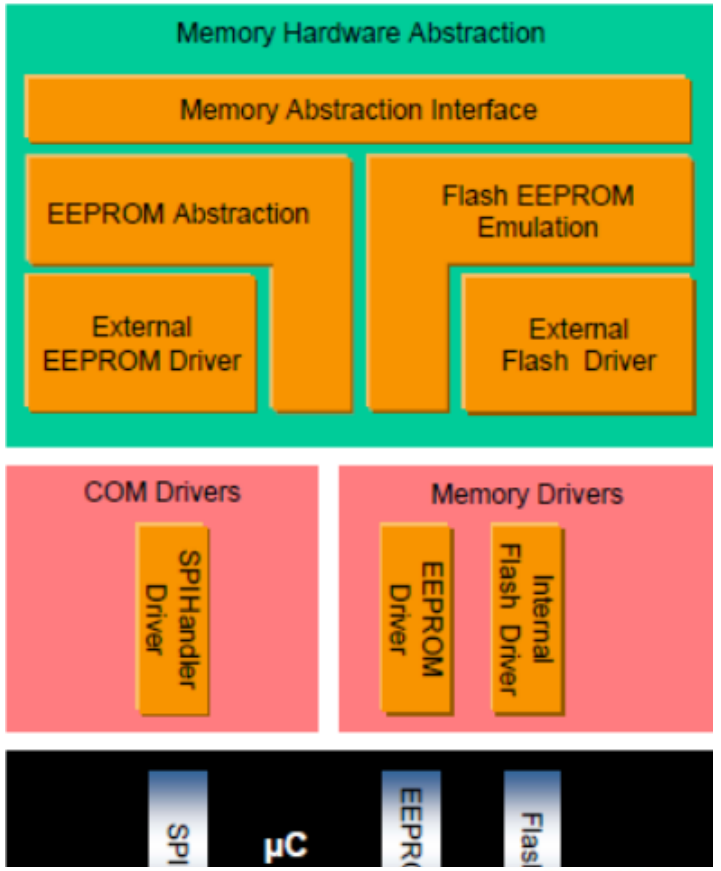


火龙果•整理
uml.org.cn

Memory硬件抽象：

将片内、板上的内存资源进行了统一封装，比如对片内EEPROM和片外的EEPROM都提供了统一的访问机制。

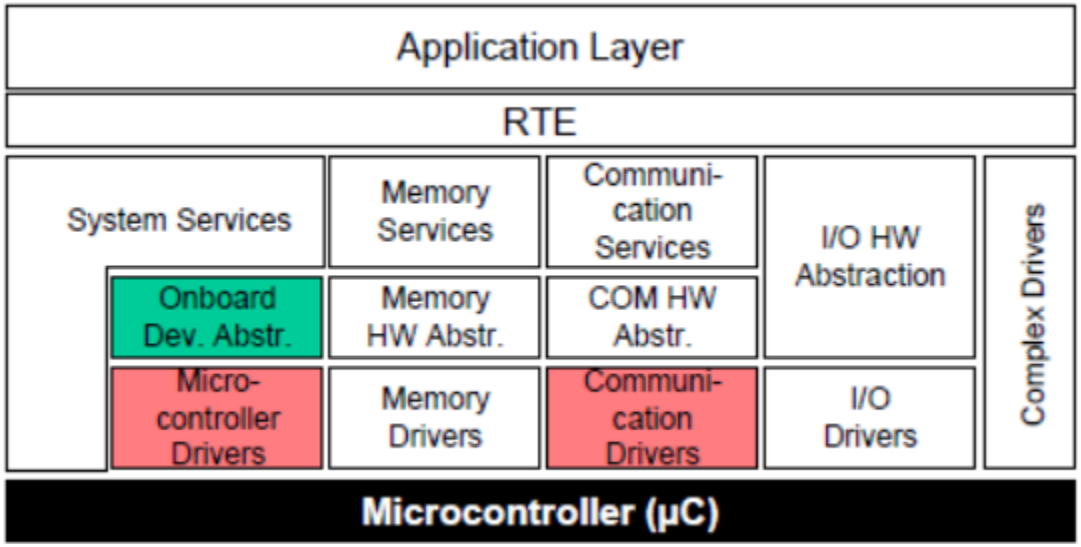


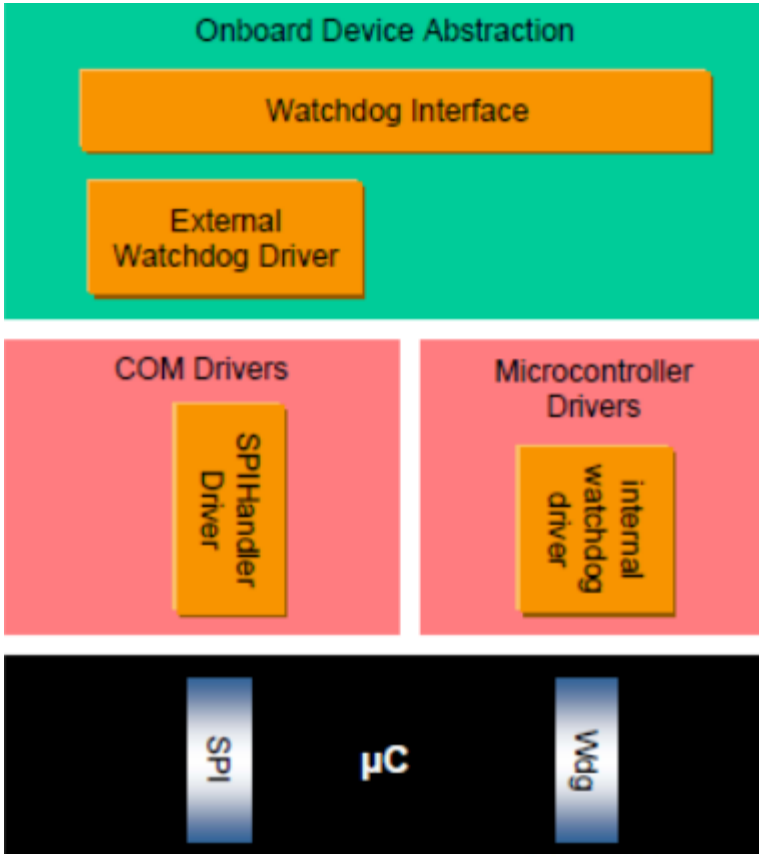


火龙果•整理
uml.org.cn

Onboard Device Abstraction:

将ECU硬件上特殊的外设（即不是用于传感，也不用于执行的）进行封装，比如Watchdog。





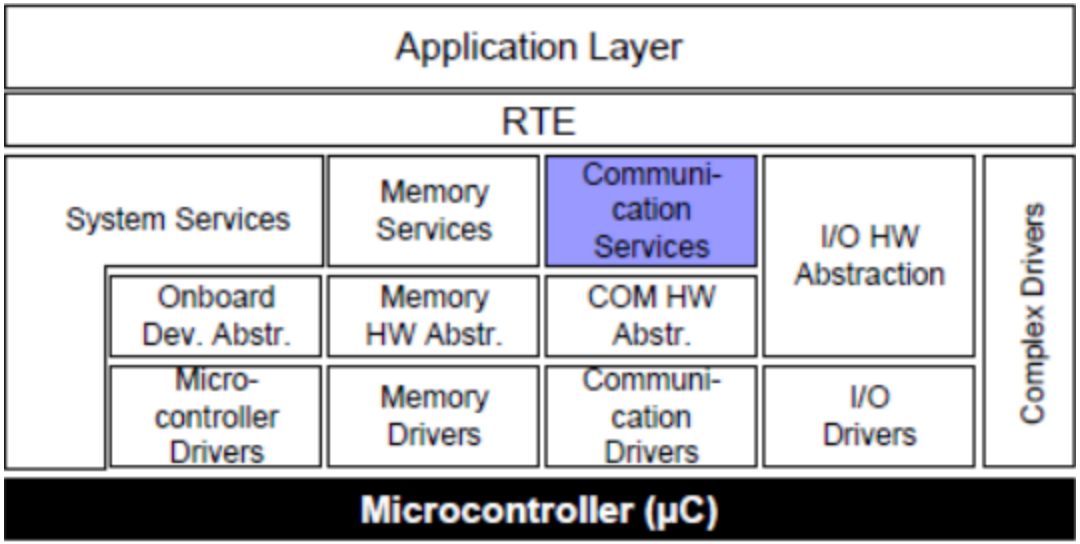
通信服务：

通信服务封转了CAN、LIN、FlexRay等通信接口：

提供统一的总线通信接口

提供统一的网络网络管理服务

提供统一的诊断通信接口

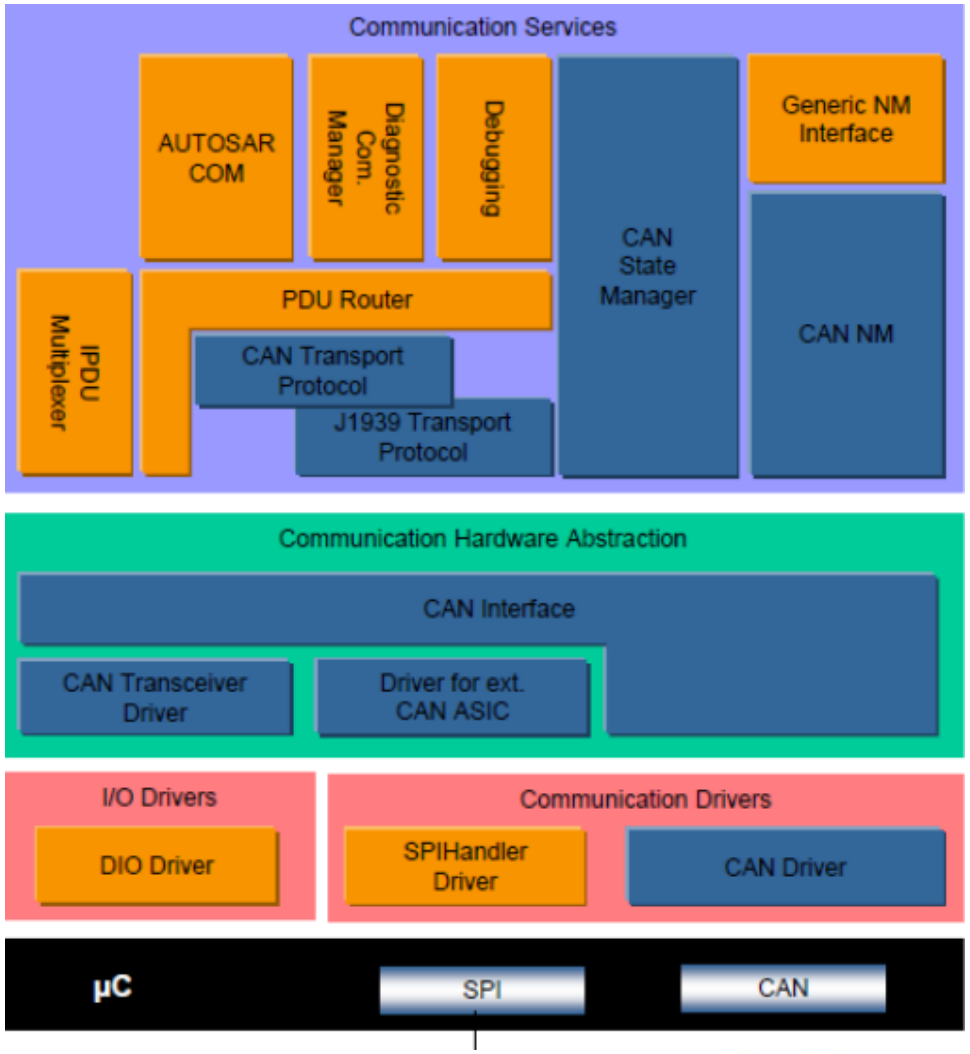


火龙果•整理
uml.org.cn

通信服务-CAN：

针对CAN的通信服务封装了具体的协议、消息属性，提供了统一的接口供应用层调用。

两种传输协议：J1939 TP、CanTP。

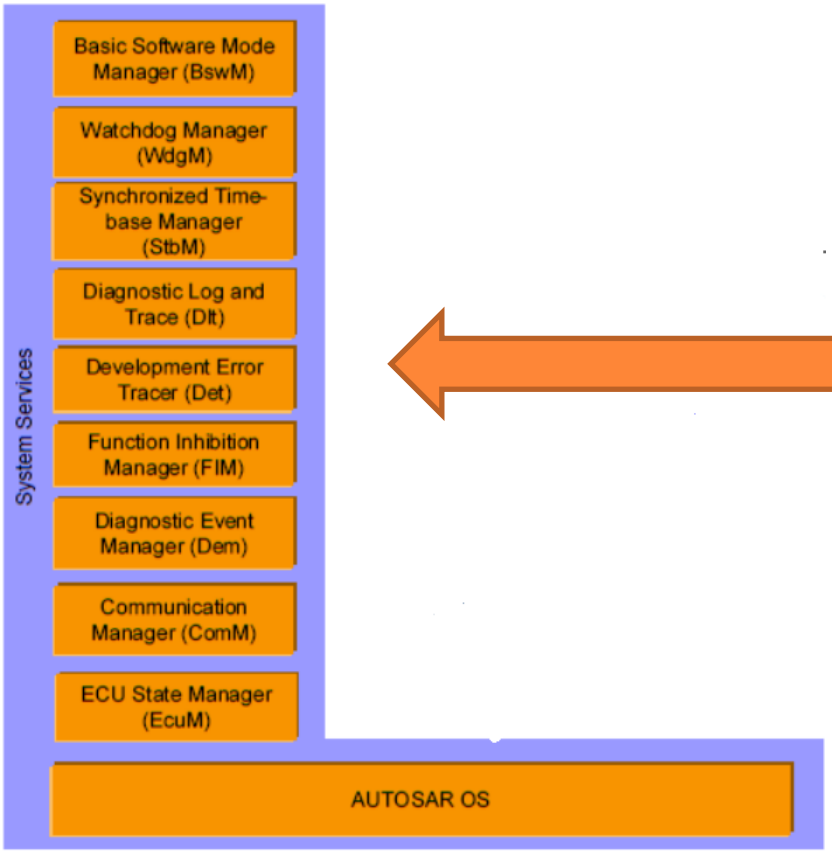


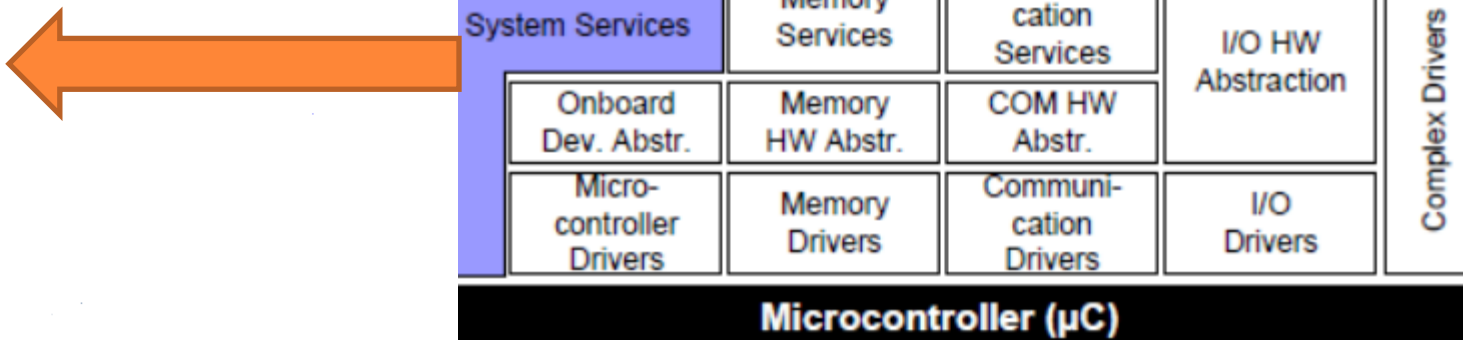
火龙果•整理
uml.org.cn

系统服务：

提供RTOS服务，包括中断管理、资源管理、任务管理等。

提供功能禁止管理、通信管理、ECU状态管理、看门狗管理、同步时钟管理、基本软件模式管理等服务。



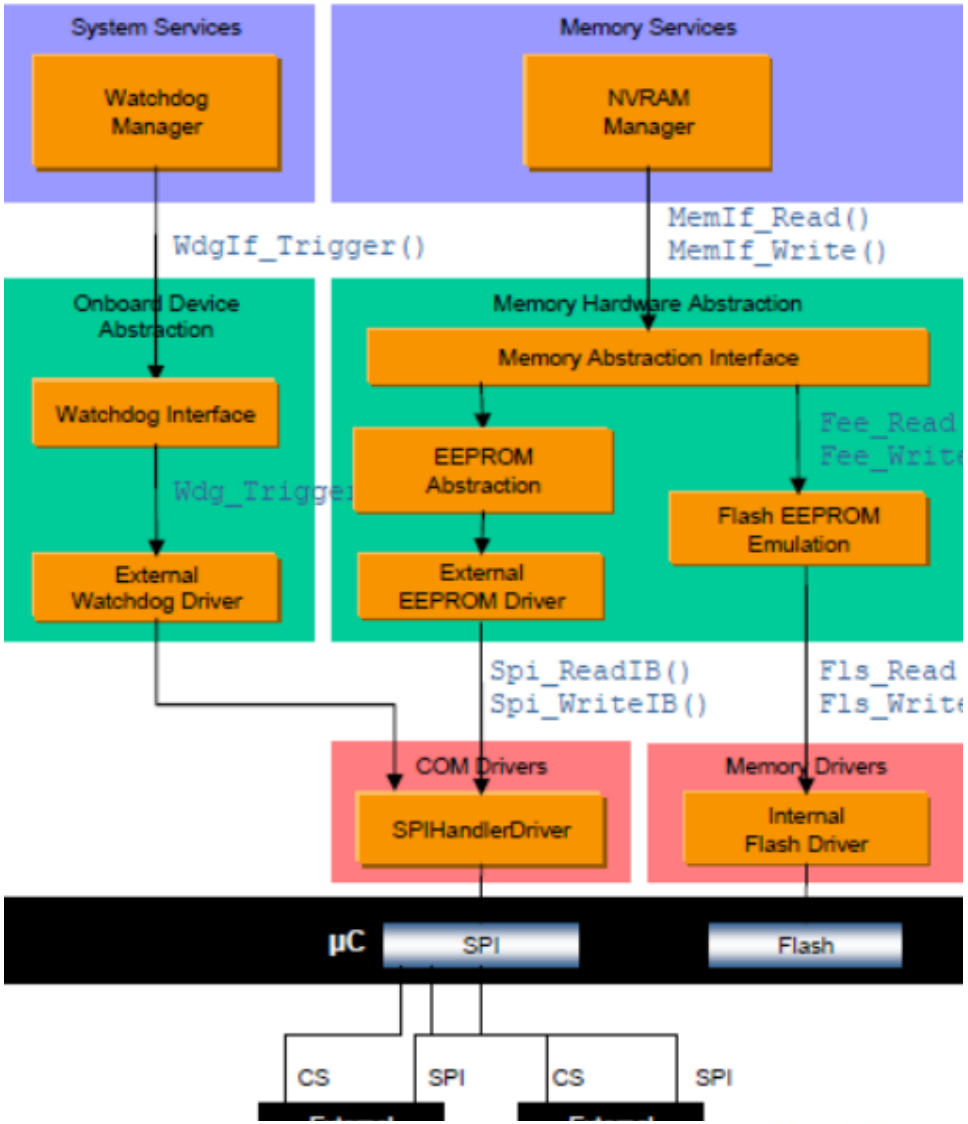


火龙果•整理
uml.org.cn

BSW示例：

假设硬件条件如下：

ECU包含外部EEPROM和外部Watchdog，都通过SPI来与微控制器连接；SPIHandlerDriver控制SPI的并发访问，其中EEPROM的访问优先级更高；微控制器也含有EEPROM，可以与外部EEPROM同步使用。



火龙果•整理
uml.org.cn

- 六、SmartSAR studio使用总结

  1.方法概述

  2.系统设计

  3.系统配置

  4. ECU配置

  5. 执行文件生成

火龙果•整理
uml.org.cn

1.方法概述

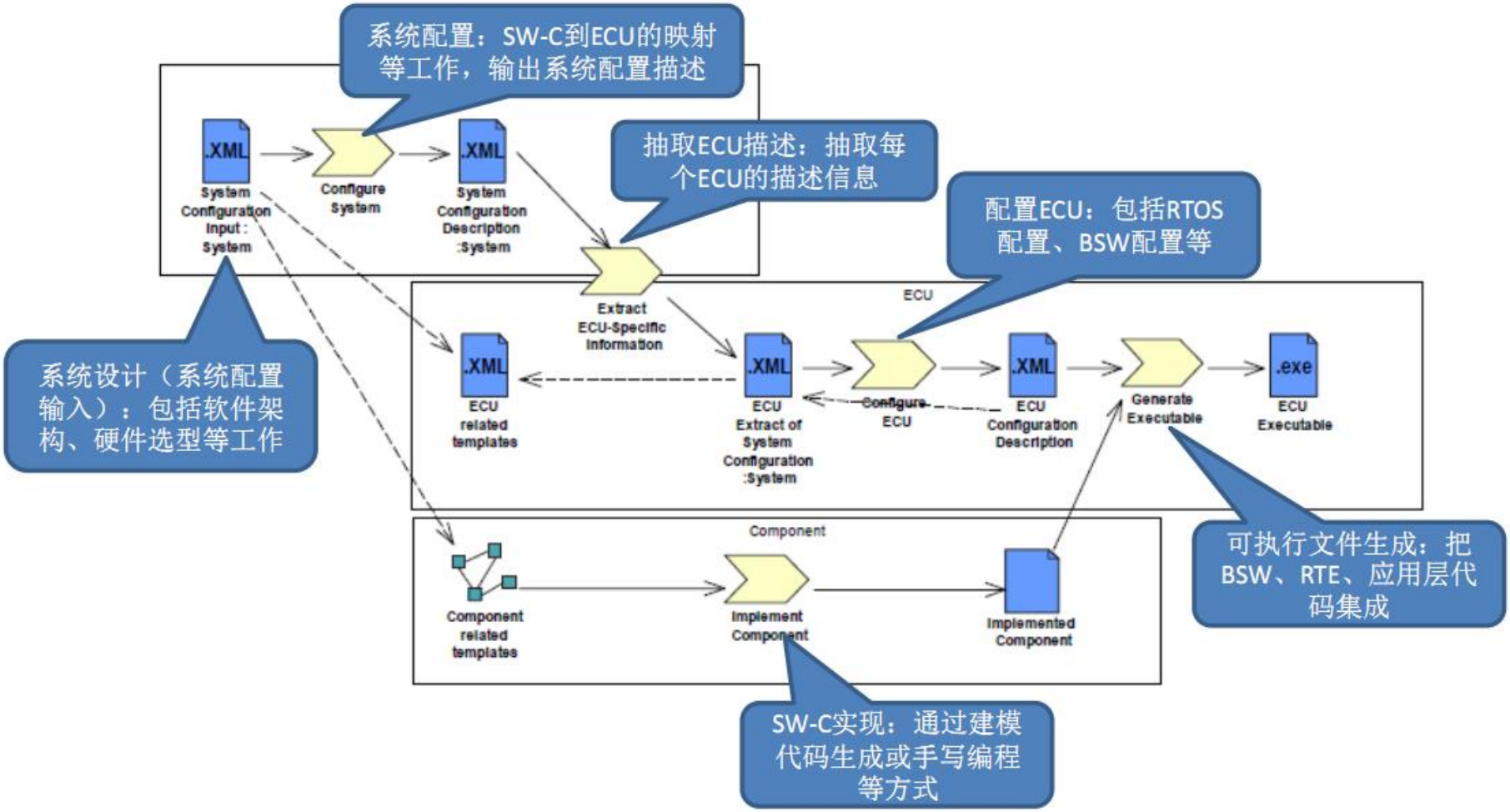
应用层由各个SW-C设计组成

在VFB上可以验证SW-C间的接口一致性

利用工具进行系统配置、ECU配置、代码生成

支持整车电控系统设计

火龙果•整理
uml.org.cn



火龙果•整理
uml.org.cn

2.系统设计

系统配置输入：

软件架构设计：设计软件组件SW-C，包括data types、ports、interfaces等

收集ECU资源：处理器、内存、外设、执行器、传感器等规格

指定系统约束：总线速率、总线拓扑等约束

系统设计之软件架构：

SW-C的设计和新建

SW-C的输入输出的定义（Port、Interface）

SW-C之间的关系绑定（Connector）

系统设计之SW-C实现：

通过Simulink等工具建模

系统设计SW-C描述最后导出arxml文件

3. 系统配置

硬件约束输入

　　总线的硬件拓扑

总线约束输入

　　通信矩阵设计

SW-C映射

　　SW-C与硬件映射

火龙果•整理
uml.org.cn

4.ECU配置

MCU基本配置

信号引脚的配置

模拟输入信号的配置（ADC）

模拟输出信号的配置（PWM）

总线信号的配置（CAN，SPI）

RTOS等模块的配置

RTE的配置

火龙果•整理
uml.org.cn

5.生成可执行文件

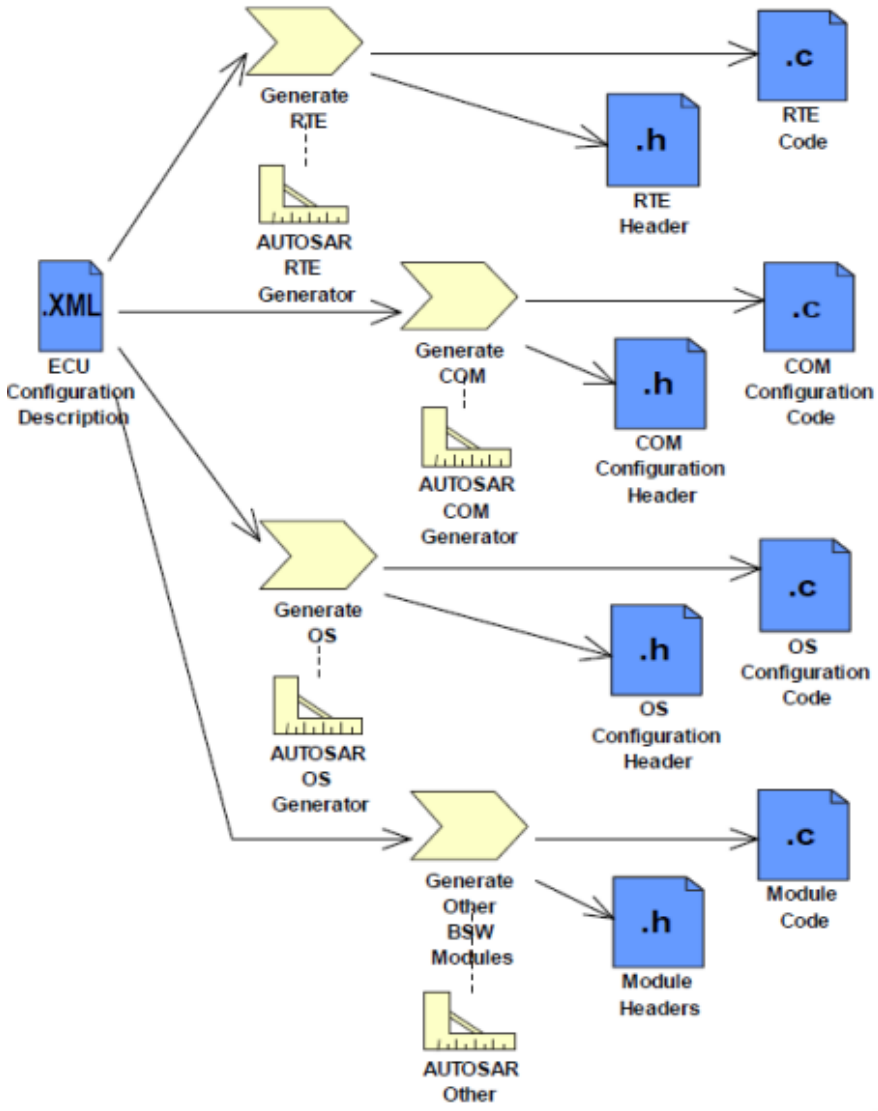
生成代码：

生成RTE

生成COM的应用

生成OS的应用

生成BSW的应用



火龙果•整理
uml.org.cn

生成可执行文件：

链接以下目标代码：

编译后的SW-C

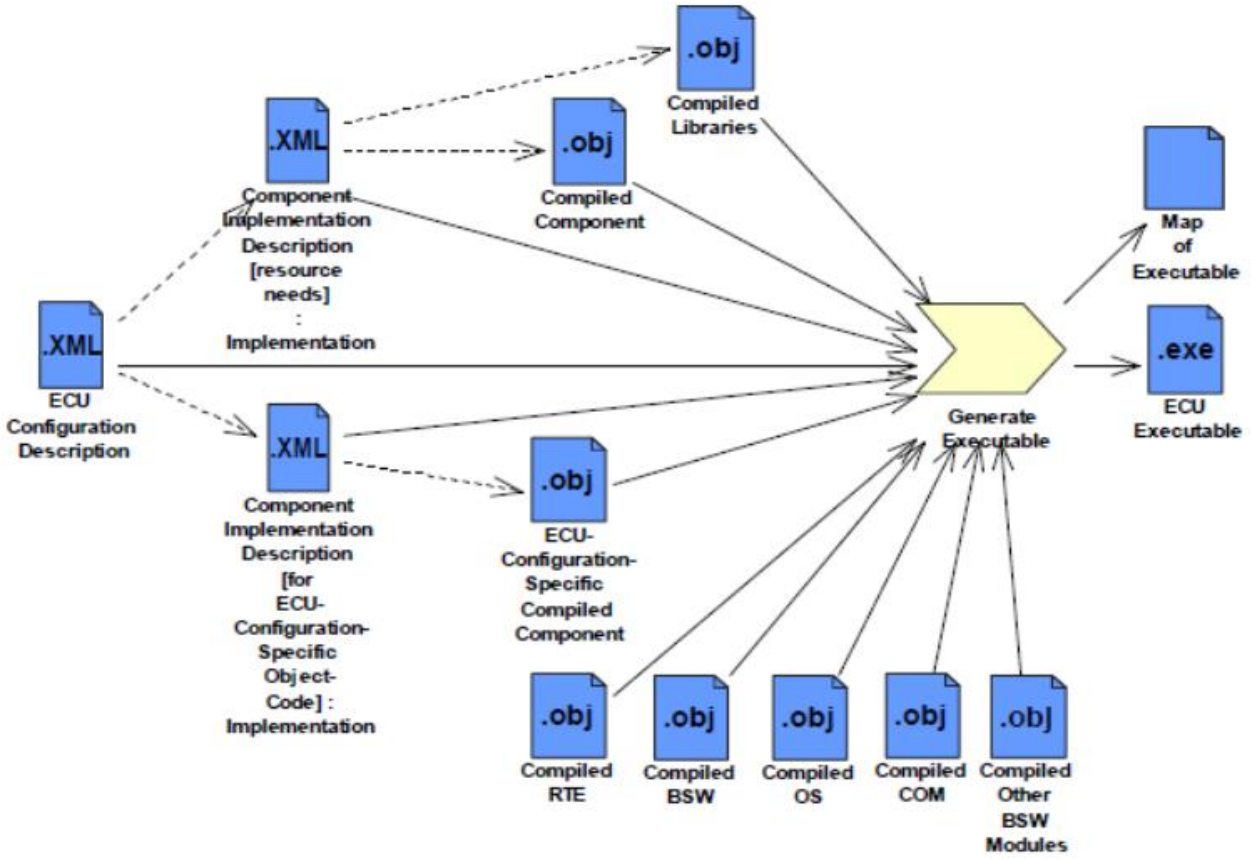
SW-C的相关库

编译后的RTE

编译后的BSW

编译后的COM

编译后的OS



火龙果•整理
uml.org.cn

谢谢大家！

火龙果•整理
uml.org.cn