

板级支持包与系统引导

主要内容

- ✦ 嵌入式软件运行流程
- ✦ 版级支持包 BSP
- ✦ Bootloader

嵌入式软件运行流程



基于多任务操作系统的嵌入式软件
的主要运行流程

嵌入式软件运行流程-1

- 上电复位、板级初始化阶段
 - 嵌入式系统上电复位后完成板级初始化工作
 - 板级初始化程序具有完全的硬件特性，一般采用汇编语言实现。不同的嵌入式系统，板级初始化时要完成的工作具有一定的特殊性，但以下工作一般是必须完成的：
 - CPU中堆栈指针寄存器的初始化
 - BSS段（Block Storage Space表示未被初始化的数据）的初始化
 - CPU芯片级的初始化：中断控制器、内存等的初始化

嵌入式软件运行流程-2

- 系统引导/升级阶段
 - 根据需要分别进入系统软件引导阶段或系统升级阶段
 - 软件可通过测试通信端口数据或判断特定开关的方式分别进入不同阶段

嵌入式软件运行流程-3

- 系统引导阶段，系统引导有几种情况：
 - 将系统软件从NOR Flash中读取出来加载到RAM中运行：这种方式可以解决成本及Flash速度比RAM慢的问题，软件可压缩存储在Flash中
 - 不需将软件引导到RAM中而是让其直接在NorFlash上运行，进入系统初始化阶段
 - 将软件从外存（如NandFlash、CF卡、MMC等）中读取出来加载到RAM中运行：这种方式的成本更低

嵌入式软件运行流程-4

- 系统升级阶段

- 进入系统升级阶段后系统可通过网络进行远程升级或通过串口进行本地升级
- 远程升级一般支持TFTP、FTP、HTTP等方式
- 本地升级可通过Console口使用超级终端或特定的升级软件进行

嵌入式软件运行流程-5

■ 系统初始化阶段

- 在该阶段进行操作系统等系统软件各功能部分必需的初始化工作，如根据系统配置初始化数据空间、初始化系统所需的接口和外设等
- 系统初始化阶段需要按特定顺序进行，如首先完成内核的初始化，然后完成网络、文件系统等的初始化，最后完成中间件等的初始化工作

嵌入式软件运行流程-6

- 应用初始化阶段
 - 在该阶段进行应用任务的创建，信号量、消息队列的创建和与应用相关的其它初始化工作
- 多任务应用运行阶段
 - 各种初始化工作完成后，系统进入多任务状态，操作系统按照已确定的算法进行任务的调度，各应用任务分别完成特定的功能

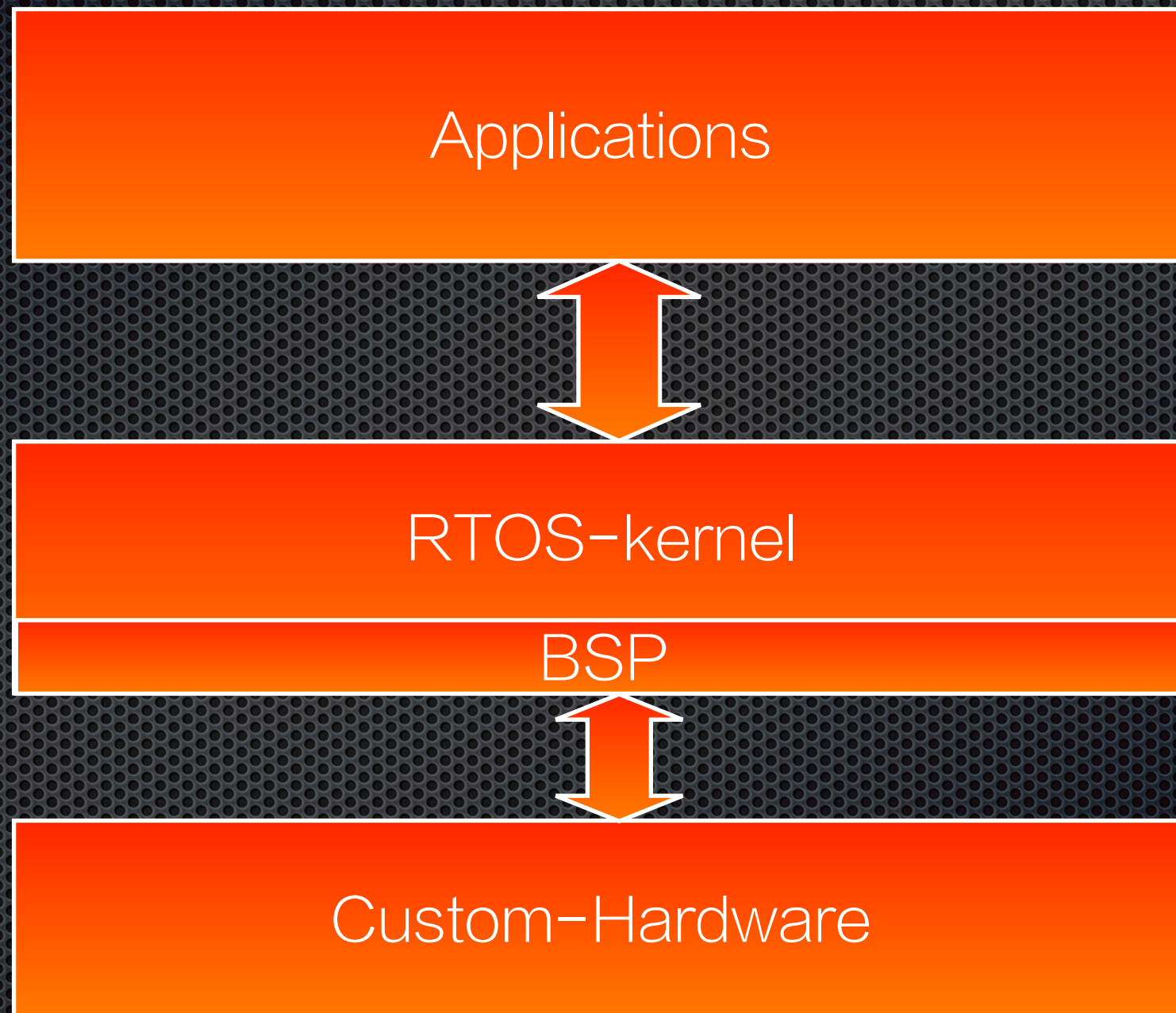
主要内容

- ✦ 嵌入式软件运行流程
- ✦ 版级支持包 BSP
- ✦ Bootloader

BSP

- BSP全称“板级支持包”（Board Support Packages），说的简单一点，就是一段启动代码，和计算机主板的BIOS差不多，但提供的功能区别就相差很大。

BSP在嵌入式系统中所处的位置



BSP中的驱动程序

- 抽象物理设备或虚拟设备的功能软件，用于管理这些设备的操作
- 驱动程序的基本功能
 - 对设备初始化和释放
 - 对设备进行管理
 - 读取应用程序传送给设备文件的数据，并回送应用程序的请求数据
 - 检测和处理设备出现的错误

BSP和BIOS/UEFI的区别

- BIOS主要是负责在电脑开启时检测、初始化系统设备（设置栈指针，中断分配，内存初始化..）、装入操作系统并调度操作系统向硬件发出的指令。UEFI,“统一的可扩展固件接口”，旨在代替BIOS, 提高软件互操作性和解决BIOS的局限性
- BSP是和操作系统绑在一起运行，尽管BSP的开始部分和BIOS所做的工作类似，但是 BSP还包含和系统有关的基本驱动
- BIOS程序是用户不能更改，编译编程的，只能对参数进行修改设置，但是程序员还可以编程修改BSP，在BSP中任意添加一些和系统无关的驱动或程序，甚至可以把上层开发的统统放到BSP中

不同系统中的BSP

- 一个嵌入式操作系统针对不同的CPU，会有不同的BSP
- 即使同一种CPU，由于外设的一点差别BSP相应的部分也不一样

BSP的特点与功能

- 硬件相关性

- 因为嵌入式实时系统的硬件环境具有应用相关性，所以，作为高层软件与硬件之间的接口，BSP必须为操作系统提供操作和控制具体硬件的方法

- 操作系统相关性

- 不同的操作系统具有各自的软件层次结构，因此，不同的操作系统具有特定的硬件接口形式

嵌入式系统初始化以及BSP的功能

- 嵌入式系统的初始化过程是一个同时包括硬件初始化和软件初始化的过程；而操作系统启动以前的初始化操作是BSP的主要功能之一
- 初始化过程总可以抽象为三个主要环境，按照自底向上、从硬件到软件的次序依次为：
 - 片级初始化
 - 板级初始化
 - 系统级初始化

初始化过程

- 片级初始化:
 - 主要完成CPU的初始化
 - 设置CPU的核心寄存器和控制寄存器
 - CPU核心工作模式
 - CPU的局部总线模式等
 - 片级初始化把CPU从上电时的缺省状态逐步设置成为系统所要求的工作状态
 - 这是一个纯硬件的初始化过程

初始化过程（续1）

- 板级初始化：
 - 完成CPU以外的其他硬件设备的初始化
 - 同时还要设置某些软件的数据结构和参数，为随后的系统级初始化和应用程序的运行建立硬件和软件环境
 - 这是一个同时包含软硬件两部分在内的初始化过程

初始化过程（续2）

- 系统级初始化：
 - 这是一个以软件初始化为主的过程，主要进行操作系统初始化
 - BSP将控制转交给操作系统，由操作系统进行余下的初始化操作：
 - 包括加载和初始化与硬件无关的设备驱动程序
 - 建立系统内存区
 - 加载并初始化其他系统软件模块（如网络系统、文件系统等）
 - 最后，操作系统创建应用程序环境并将控制转交给应用程序的入口

主要内容

- ✦ 嵌入式软件运行流程
- ✦ 版级支持包 BSP
- ✦ Bootloader

RTOS的引导模式

- 操作系统引导概念：将操作系统装入内存并开始执行的过程
- 按时间效率和空间效率不同的要求，分为两种模式：
 - 不需要BootLoader的引导模式：时间效率高，系统快速启动，直接在NOR flash或ROM系列非易失性存储介质中运行，但不满足运行速度的要求
 - 需要BootLoader的引导模式：节省空间，牺牲时间，适用于硬件成本低，运行速度快，但启动速度相对慢

BootLoader

- 嵌入式系统中的 OS 启动加载程序
- 引导加载程序
 - 包括固化在固件(firmware)中的 boot 代码(可选), 和 Boot Loader两大部分
 - 是系统加电后运行的第一段软件代码
- 相对于操作系统内核来说, 它是一个硬件抽象层

PC 机中的引导加载程序

- 两部分组成

- BIOS(其本质就是一段固件程序)
- 位于硬盘MBR中的 OS BootLoader (如LILO和GRUB等)

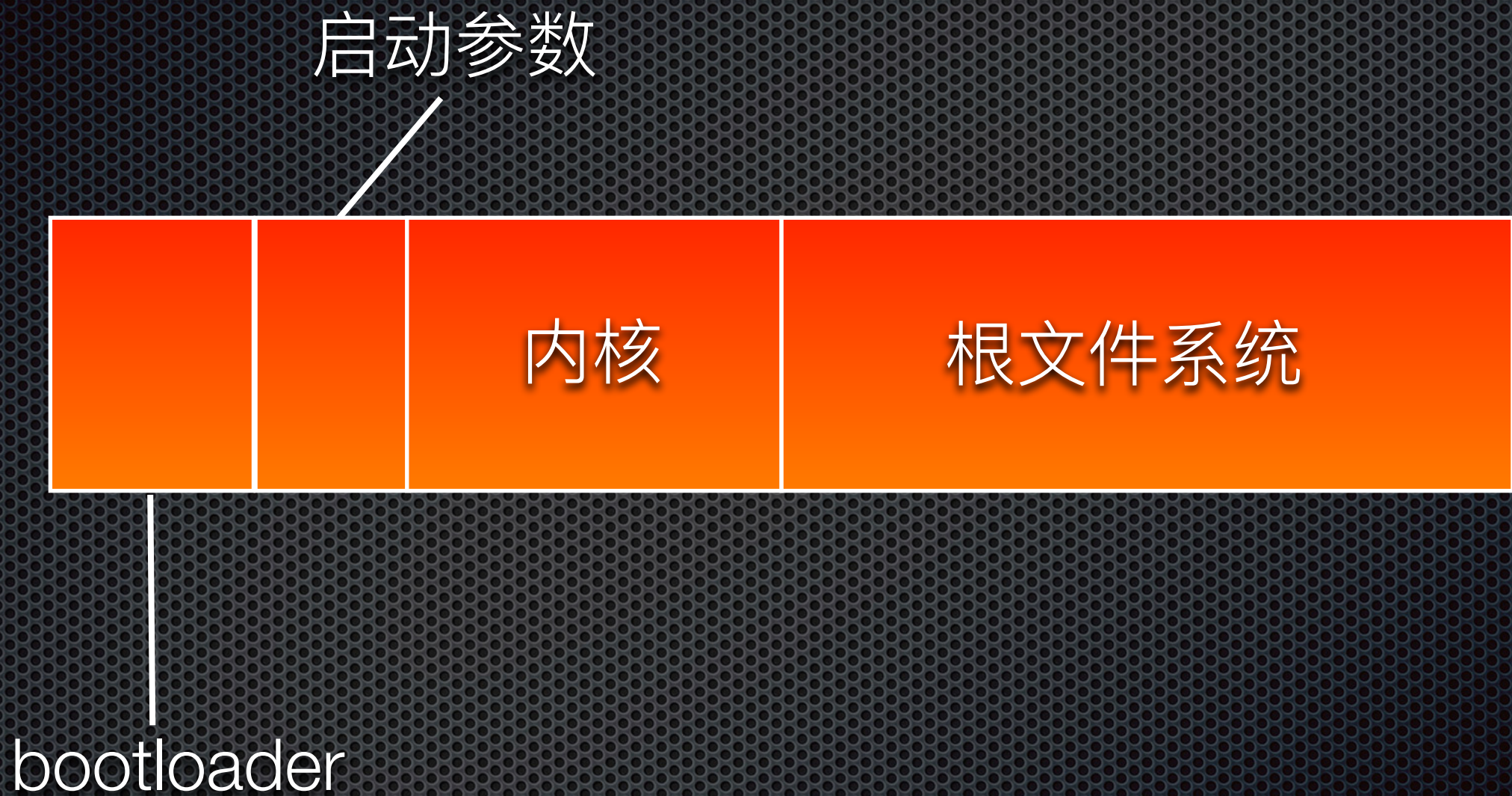
- 流程

- BIOS在完成硬件检测和资源分配后，将硬盘MBR中的Boot Loader读到系统的RAM中，然后将控制权交给OS BootLoader
- Boot Loader的主要运行任务就是将内核映像从硬盘上读到RAM中，然后跳转到内核的入口点去运行，即开始启动操作系统

嵌入式系统中引导加载程序

- 没 BIOS 那样的固件程序
 - 有的嵌入式 CPU 也会内嵌一段短小的启动程序
- 系统的加载启动任务就完全由Boot Loader来完成
 - ARM7TDMI中，系统在上电或复位时从地址 0x00000000 处开始执行
 - 这个地址是BootLoader程序
- 存储位置
 - 按地址随机存取的永久性记忆存储器
 - 支持NANDFlash启动的SOC
 - 复制过程
 - 硬件方式
 - 软件方式
 - 内存映射

固态存储设备的典型空间分配结构



用来控制 Boot Loader 的设备或机制

- ✦ 主机和目标机之间一般通过串口建立连接
- ✦ Boot Loader 执行时通常会通过串口进行 I/O
 - ✦ 如输出打印信息到串口，从串口读取用户控制字符等

Boot Loader 的启动过程是单阶段（Single Stage）还是多阶段（Multi-Stage）

- 多阶段的 Boot Loader
 - 提供更为复杂的功能，以及更好的可移植性
 - 从固态存储设备上启动的 Boot Loader 大多都是 2 阶段的启动过程
- BOOTLOADER一般分为2部分
 - 汇编部分执行简单的硬件初始化
 - C语言部分负责复制数据,设置启动参数,串口通信等功能
- BOOTLOADER的生命周期
 - 1. 初始化硬件,如设置UART(至少设置一个),检测存储器等
 - 2. 设置启动参数,告诉内核硬件的信息,如用哪个启动界面,波特率.
 - 3. 跳转到操作系统的首地址.
 - 4. 消亡

Boot Loader 的操作模式 (Operation Mode)

- 两种不同的操作模式
 - 启动加载模式
 - 自主 (Autonomous) 模式
 - 从目标机上的某个固态存储设备上将操作系统加载到 RAM 中运行
 - Boot Loader 的正常工作模式
 - 下载模式
 - 通过串口连接或网络连接等通信手段从主机 (Host) 下载文件
 - 如: 下载内核映像和根文件系统映像等。
 - 从主机下载的文件通常首先被 Boot Loader 保存到目标机的 RAM 中, 然后再被 BootLoader 写到目标机上的 FLASH 类固态存储设备中。
 - 通常在第一次安装内核与根文件系统时被使用
 - 系统更新也会使用 Boot Loader 的这种工作模式
 - 通常都会向它的终端用户提供一个简单的命令行接口
- Blob 或 U-Boot 等功能强大的 Boot Loader 通常同时支持这两种工作模式
 - 允许用户在这两种工作模式之间进行切换
 - 如 Blob 在启动时处于正常的启动加载模式, 但是它会延时 10 秒等待终端用户按下任意键而将 blob 切换到下载模式。如 10 秒内没有用户按键, 则 blob 继续启动 Linux 内核

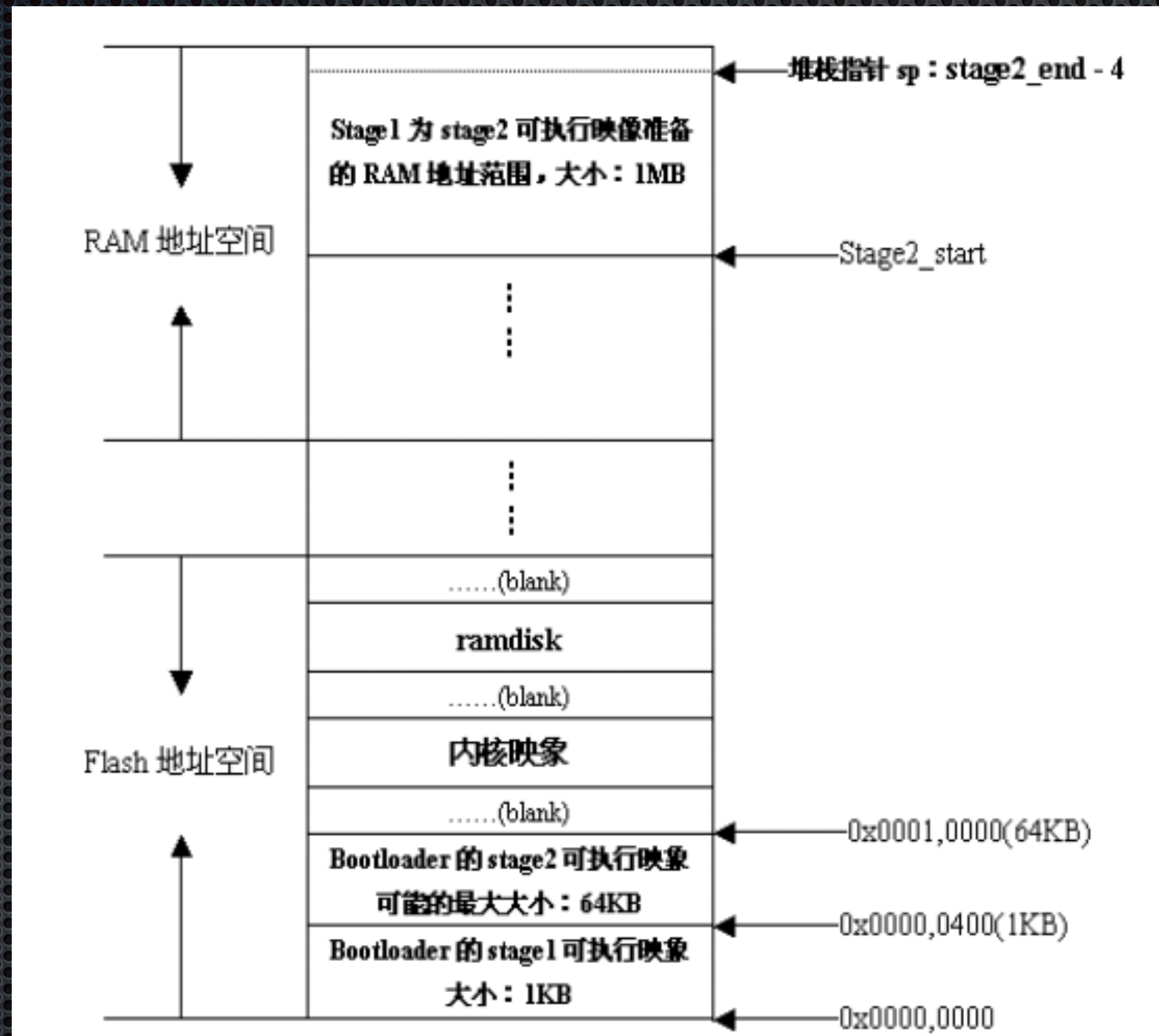
Boot Loader与主机之间进行文件传输所用的通信设备及协议

- 通常目标机上的 Boot Loader 通过串口与主机之间进行文件传输
- 传输协议
 - 通常是 xmodem / ymodem / zmodem 协议中的一种
- 可通过以太网连接并借助 TFTP 协议来下载文件
 - 串口传输的速度是有限的
 - 主机提供 TFTP 服务

Boot Loader 的主要任务

- stage1 通常包括以下步骤
 - 硬件设备初始化
 - 为加载 Boot Loader 的 stage2 准备 RAM 空间
 - 拷贝 Boot Loader 的 stage2 到 RAM 空间中
 - 设置好堆栈
 - 跳转到 stage2 的 C 入口点
- Boot Loader 的 stage2 通常包括以下步骤
 - 初始化本阶段要使用到的硬件设备
 - 检测系统内存映射(memory map)
 - 将 kernel 映像和根文件系统映像从 flash 上读到 RAM 空间中
 - 为内核设置启动参数
 - 调用内核

Boot Loader 的Stage2可执行映像被拷贝到内存后内存布局情况



BootLoader的调试

- 从交叉调试的技术实现途径及应用场合看，分为：
 - 硬件调试：调试方便，价格昂贵
 - 源码软件调试：点灯或串口输出
 - 串口终端显示乱码或根本没有显示
 - boot loader 对串口的初始化设置不正确。
 - 运行在 host 端的终端仿真程序对串口的设置不正确，这包括：波特率、奇偶校验、数据位和停止位等方面的设置

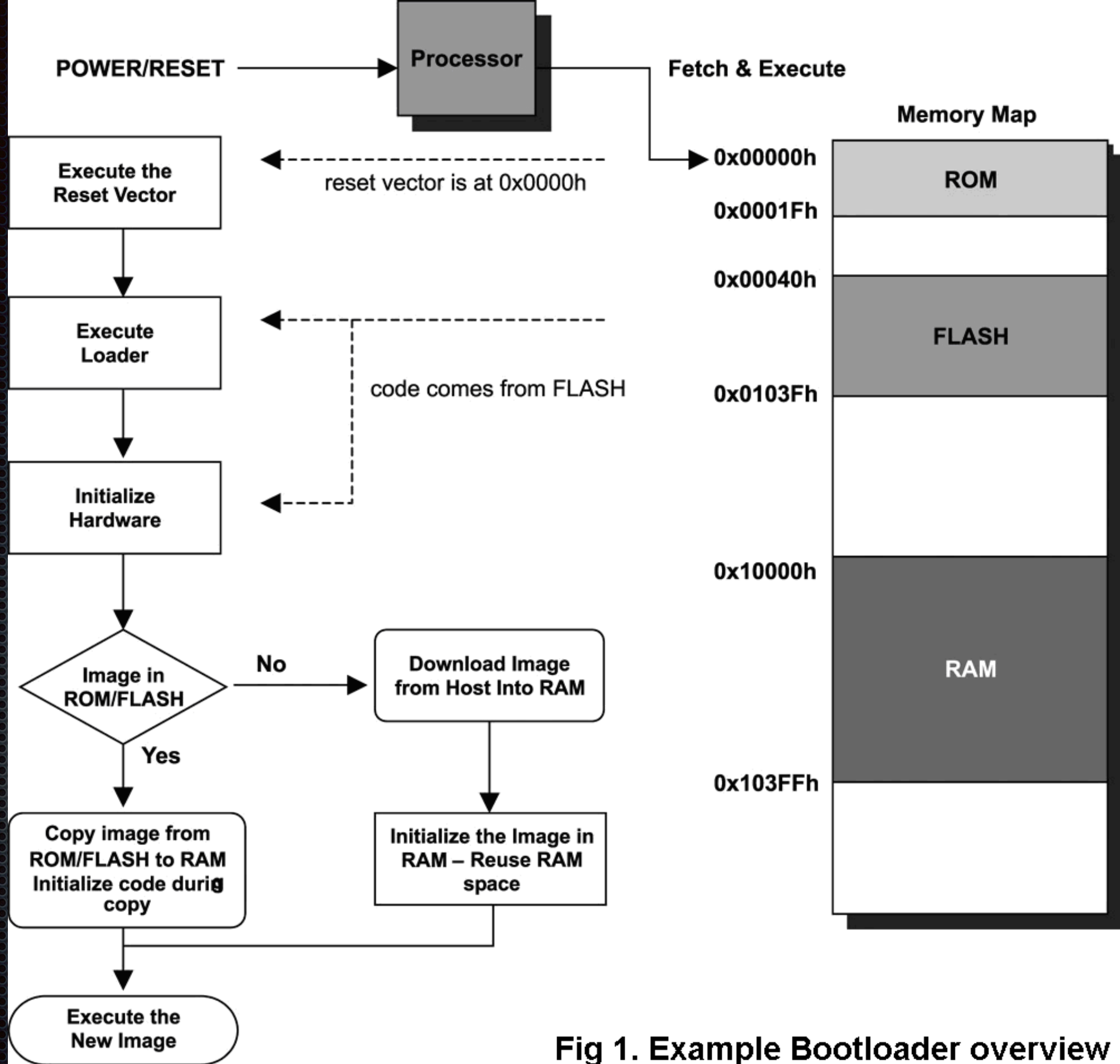


Fig 1. Example Bootloader overview

U-boot

- 德国DENX软件工程中心的Wolfgang Denk
- 全称Universal Boot Loader
 - 遵循GPL条款的开放源码项目
 - <http://sourceforge.net/projects/U-Boot>
 - 从FADSROM、8xxROM、PPCBOOT逐步发展演化而来
 - 其源码目录、编译形式与Linux内核很相似
 - 源码就是相应Linux内核源程序的简化，尤其是设备驱动程序
- 支持
 - 嵌入式Linux/NetBSD/VxWorks/QNX/RTEMS/ARTOS/LynxOS
 - PowerPC、MIPS、x86、ARM、Nios、XScale等处理器
- 对PowerPC系列处理器/对Linux的支持最完善

u-boot的体系结构

