

iTOP-4412-驱动-usb 文档 05-usb 枚举过程

在前面的文档中，我们了解到了主集线器、集线器、主控制器等概念。对于具体 USB 设备加载过程，例如，鼠标从插入到用户能够使用，具体经过了哪些步骤，我们还是需要了解的。在这个过程中，主机控制器和集线器完成了大部分的工作，但是其中还是有一部分是需要设备驱动（外部驱动）去完成。

本文档主要介绍 USB 设备的加载过程（严格的说来应该称作，USB 枚举过程，USB 是主从式的枚举设备）。针对其中主控制器和集线器完成的步骤，简略介绍，大家对其有个感性认识，其中涉及到外部驱动的内容，我们在后面文档中详细介绍。

USB 枚举过程有 13 个步骤，我们依次来介绍。

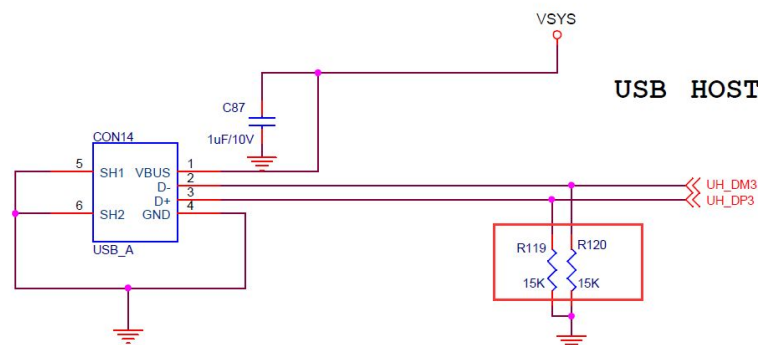
本文档大部分内容参考

“http://blog.163.com/luge_arm/blog/static/6774972620071018117290/” 中的内容，作者针对大家学习时，可能有疑惑的部分做了一些分析和解释。

1 热拔插检测

不知道大家还有没有印象，在迅为的用户手册“必须要注意的问题”小节中，有提到“不要带电拔插 UART 串口”，这是因为 UART 不是热拔插设备。USB 设备是能够支持热拔插的，鼠标键盘即插即用。那么系统是如何检测到有设备接入或者有设备拔出的呢？

这里我们只注意硬件部分的设计，在 USB 主机的 DATA+ 和 DATA- 差分线上都有下拉 15K 的电阻，4412 的 USB 接口电路部分，如下图所示。



在从机端，USB 设备端（鼠标键盘等），都有 1.5K 的上拉电阻。当 USB 接口空置的时候，显然集线器上检测到的 DATA+ 和 DATA- 都是低电平，当 USB 设备插入的时候，就会被拉高，这个时候是产生低电平到高电平的变化。

主机集线器监视着每个端口的信号电压，当用 USB 线将 PC 和设备接通后，设备的上拉电阻使信号线的电位升高，因此被主机集线器检测到。

反之，设备拔出，产生高电平到低电平的变化，集线器检测到设备拔出。

2 主机发送 Get_Status 请求

每个集线器用中断传输来报告在集线器上的事件。当主机知道了这个事件，它给集线器发送一个 Get_Status 请求来了解更多的消息。返回的消息告诉主机一个设备是什么时候连接的。

3 主机发送 Set_Feature 请求，集线器重启端口

当主机知道有一个新的设备时，主机给集线器发送一个 Set_Feature 请求，请求集线器来重启端口。集线器使得设备的 USB 数据线处于重启（RESET）状态至少 10ms。

4 集线器在设备和主机之间建立一个信号通路

主机发送一个 Get_Status 请求来验证设备是否激起重启状态。返回的数据有一位表示设备仍然处于重启状态。当集线器释放了重启状态，设备就处于默认状态了，设备已经准备好通过 Endpoint 0 的默认流程响应控制传输，即设备现在使用默认地址 0x0 与主机通信。

Endpoint 是指的端点，在 USB 通信中，我们知道是主从通信。在 USB 通信中，通信的双方主体是主机端设备的端点和 USB 设备。由于一个 USB 口，可能不止一个端点，在 USB 协议中规定，USB 接口中必须有端点 0，也就是 Endpoint 0。

关于端点这部分，我们在下一篇文档中详细介绍。其中还有设备描述符、配置描述符、接口描述符、端点描述符四个部分。现在我们只需要知道，主机和从机通信是通过端点来进行，而端点 0 是任何一个 USB 设备都有的。

5 集线器检测设备速度

集线器通过测定哪根信号线（D+或D-）在空闲时有更高的电压来检测设备是低速设备还是全速设备。（全速和高速设备D+有上拉电阻，低速设备D-有上拉电阻）。

这部分是由具体的USB设备生产商（鼠标键盘）设计决定的，一般高速设备都是兼容低速设备的，而且完全由集线器来检测，这部分我们不用管。

前五个步骤中，主要工作是检测到USB设备、向主机报告在某个时间点有一个USB设备接入、集线器重启接入USB的端口、集线器在主控制器和USB设备之间建立一个信号通路，最后集线器检测设备速度。

经过前面5个步骤，主控制器和USB设备之间建立了一个信号通路，而且主控制获取了设备是高速设备还是低速设备的信息。

在介绍后面内容前，需要有一个基本概念。在所有的USB设备中（不管是鼠标、键盘、蓝牙，还是网卡、U盘等等），设备内部都有一个存储器，用于保存设备的信息。例如：生产厂商、产品的ID等等。存储器中还包含了一些具体的通信协议，在设备驱动中，需要根据USB设备中的信息来进行配置初始化工作。

主机从USB设备中获取的信息，在USB协议中是有规定的，其中通过设备描述符、配置描述符、接口描述符、端点描述符来组织，这部分内容在下一篇文档中会专门来介绍。

在PC上，我们接入一个USB设备之后，有时它会在右下角提醒，“发现新的USB设备XXX，已经可以使用”或者“发现新的USB设备XXX，驱动无法加载”。我们可以判断出，USB设备在接入之前，驱动是没有安装到内核中的，只有在USB设备被检测到，而且内核中有该设备对应的驱动，USB设备的驱动才会被加载。

6 获取最大数据包长度

主机端向address 0发送USB协议规定的Get_Device_Descriptor命令，以取得缺省控制管道所支持的最大数据包长度，并在有限的时间内等待USB设备的响应。该长度包含在设

备描述符的 bMaxPacketSize0 字段中，其地址偏移量为 7，所以这时主机只需读取该描述符的前 8 个字节。注意，主机一次只能枚举一个 USB 设备，所以同一时刻只能有一个 USB 设备使用缺省地址 0。

7 主机分配一个新的地址给设备

主机通过发送一个 Set_Address 请求来分配一个唯一的地址给设备。设备读取这个请求，返回一个确认，并保存新的地址。从此开始所有通信都使用这个新地址。

8 主机重新发送 Get_Device_Descriptor 命令，读取完整设备描述符

主机向新地址重新发送 Get_Device_Descriptor 命令，此次读取其设备描述符的全部字段，以了解该设备的总体信息，如 VID，PID。

9 主机发送 Get_Device_Configuration 命令，获取完整配置信息

主机向设备循环发送 Get_Device_Configuration 命令，要求 USB 设备回答，以读取全部配置信息。

10 主机发送 Get_Device_String 命令，获得描述字符集 (unicode)

描述字符集包括了产商、产品描述、型号等信息。

11 主机展示新设备信息

此时主机将会弹出窗口，展示发现新设备的信息，产商、产品描述、型号等。

以下操作雷同，如果没有反应就再发送一次命令，重复三次。

12 PC 判断能否提供该类 USB 的驱动

根据 Device_Descriptor 和 Device_Configuration 应答，主机判断是否能够提供 USB 的 Driver，一般能提供几大类的设备，如游戏操作杆、存储、打印机、扫描仪等，操作就在后台运行。

这一步中，加载的驱动就是设备驱动，也就是我们需要关注的驱动。

13 主机发送 Set_Configuration (x) 命令，请求为设备选择一个配置

加载了 USB 设备驱动以后，主机发送 Set_Configuration (x) 命令请求为该设备选择一个合适的配置(x 代表非 0 的配置值)。如果配置成功，USB 设备进入“配置”状态，并可以和客户软件进行数据传输。

此时，常规的 USB 完成了其必须进行的配置和连接工作。查看注册表，能够发现相应的项目已经添加完毕，至此设备应当可以开始使用。不过，USB 协议还提供了一些用户可选的协议，设备如果不应答，也不会出错，但是会影响到系统的功能。

通过学习本文档，我们对整个 USB 枚举过程有个大概的了解。可以看出，其中大部分的工作都是主控制器和集线器完成。在主控制器和集线器完成基本工作之后，得到非常重要的描述符信息“设备描述符、配置描述符、接口描述符、端点描述符”，系统根据获取的这些信息，结合内核来判断“内核中是否有对应的 USB 设备的驱动”，假如有，则将这些信息传递给 USB 设备驱动，最后 USB 设备驱动利用描述符信息来进行初始化工作。

所以，我们需要学习和掌握的 USB 驱动知识，最重要的部分是“USB 描述符”和“USB 设备外部驱动”。

联系方式

北京迅为电子有限公司致力于嵌入式软硬件设计，是高端开发平台以及移动设备方案提供商；基于多年的技术积累，在工控、仪表、教育、医疗、车载等领域通过 OEM/ODM 方式为客户创造价值。

iTOP-4412 开发板是迅为电子基于三星最新四核处理器 Exynos4412 研制的一款实验开发平台，可以通过该产品评估 Exynos 4412 处理器相关性能，并以此为基础开发出用户需要的特定产品。

本手册主要介绍 iTOP-4412 开发板的使用方法，旨在帮助用户快速掌握该产品的应用特点，通过对开发板进行后续软硬件开发，衍生出符合特定需求的应用系统。

如需平板电脑案支持，请访问迅为平板方案网“<http://www.topeet.com>”，我司将有能力为您提供全方位的技术服务，保证您产品设计无忧！

本手册将持续更新，并通过多种方式发布给新老用户，希望迅为电子的努力能给您的学习和开发带来帮助。

迅为电子

2018 年 01 月