



第三讲：实现USB键盘

USB技术 应用与开发

演讲人：蔡 亮

CONTENTS

01 | 标准键盘分析

02 | 软件实现

03 | 效果演示

04 | 知识梳理

01

标准USB键盘传输分析

通过USB1.1分析仪软件，观察电脑和标准键盘的传输过程

测试环境：

Win10系统电脑上，从USB2.0 USB口连接一个Dell键盘。

后续动作：

按下某个按键（不释放）；
释放刚才按下的按键；
按下某个带点灯功能的按键 —— Cap键；
多个按键同时按下 —— 2个按键；



捕包结果

枚举识别
过程：

有效按键
数据：

- 控制传输
- 标准请求命令 + 类请求命令

- 按下键 : 8字节非全0数据
- 释放键 : 8字节全0数据
- 带点灯功能按键 : 8字节数据
+ 控制传输
+ 8字节数据



80 06 00 01 00 00 12 00

00 05 03 00 00 00 00 00

80 06 00 02 00 00 FF 00

80 06 00 03 00 00 FF 00

80 06 01 03 09 04 FF 00

80 06 02 03 09 04 FF 00

80 06 03 03 09 04 FF 00

00 09 01 00 00 00 00 00

81 06 00 22 00 00 81 00

获取设备描述符

设置设备地址

获取配置描述符

获取字符串描述符——语言描述

获取字符串描述符——厂商描述

获取字符串描述符——产品描述

获取字符串描述符——产品序列号描述

设置设备配置

获取报表描述符



21 0A 00 00 00 00 00 00

SET_IDLE

21 09 00 02 00 00 01 00

SET_REPORT



HID类常用到的2个文档

- Device Class Definition for Human Interface Devices(HID)
- Hid Usage Tables

02

软件实现

硬件平台

应用：以CH549为例，模拟一个键盘设备，上传键值



- 供电：3.3V和5V供电系统皆可
- 最简外围：只需2个退耦电容
- USB功能：USB主设备或者USB从设备
- 下载方式：串口或者USB口下载

Part NO.		Freq/Max	Flash	RAM	DataFlash	USB	TouchKey	Type-C	ADC	LEDC	Timer	CAP	PWM	UART	SPI	I/O	Built-in OSC/WDOG	VDD/V	Package
CH549	L	12/48MHz	63K	2K+256	1K	1*H/1*D	16	✓	16*12b	-	3*16b	3	8	4	1	44	✓/✓	3.3/5	LQFP48
	F	12/48MHz	63K	2K+256	1K	1*H/1*D	10	✓	10*12b	-	3*16b	2	5	4	1	25	✓/✓	3.3/5	QFN28
	G	12/48MHz	63K	2K+256	1K	1*H/1*D	5	✓	5*12b	-	3*16b	2	3	2	1	13	✓/✓	3.3/5	SOP16



枚举阶段



数据传输阶段



标准命令响应



类命令响应

主机获取设备信息、状态，或者主机修改设备配置等。是USB主机连接任何USB设备后必须执行的过程。

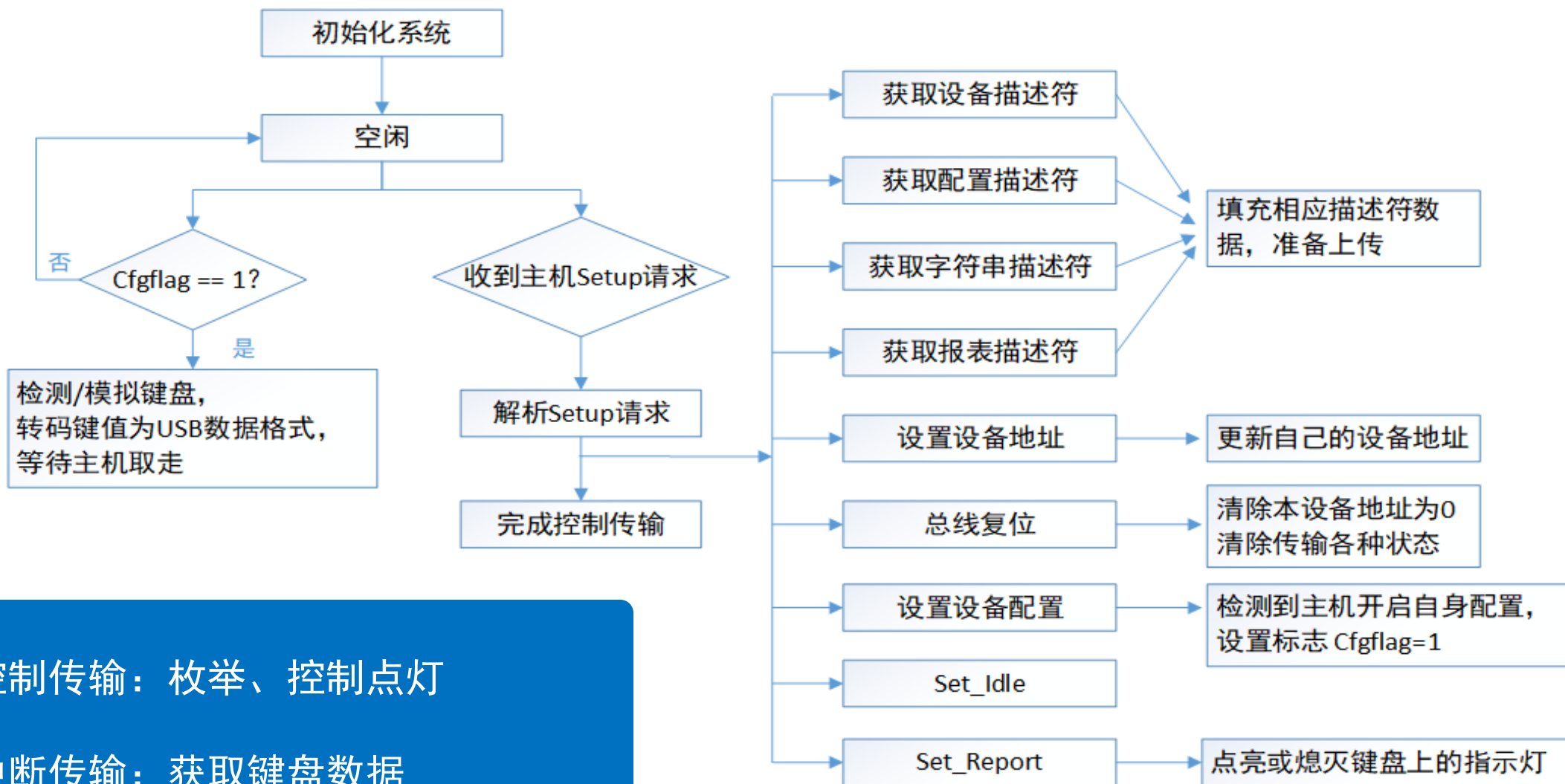
根据上部分执行后获取的设备信息，分析出从设备属于的USB类别，会有相应的USB主机类请求。按照设备的类、子类属性的不同，命令内容不同。

中断传输

用于上传键值。

点灯命令

用于控制键盘上的指示灯亮灭。



- 控制传输：枚举、控制点灯
- 中断传输：获取键盘数据

03

演示效果

实现的功能



- 电脑识别到模拟的USB键盘
- 上传固定按键码
- 上传点灯按键
- 上传组合按键值

04

知识梳理

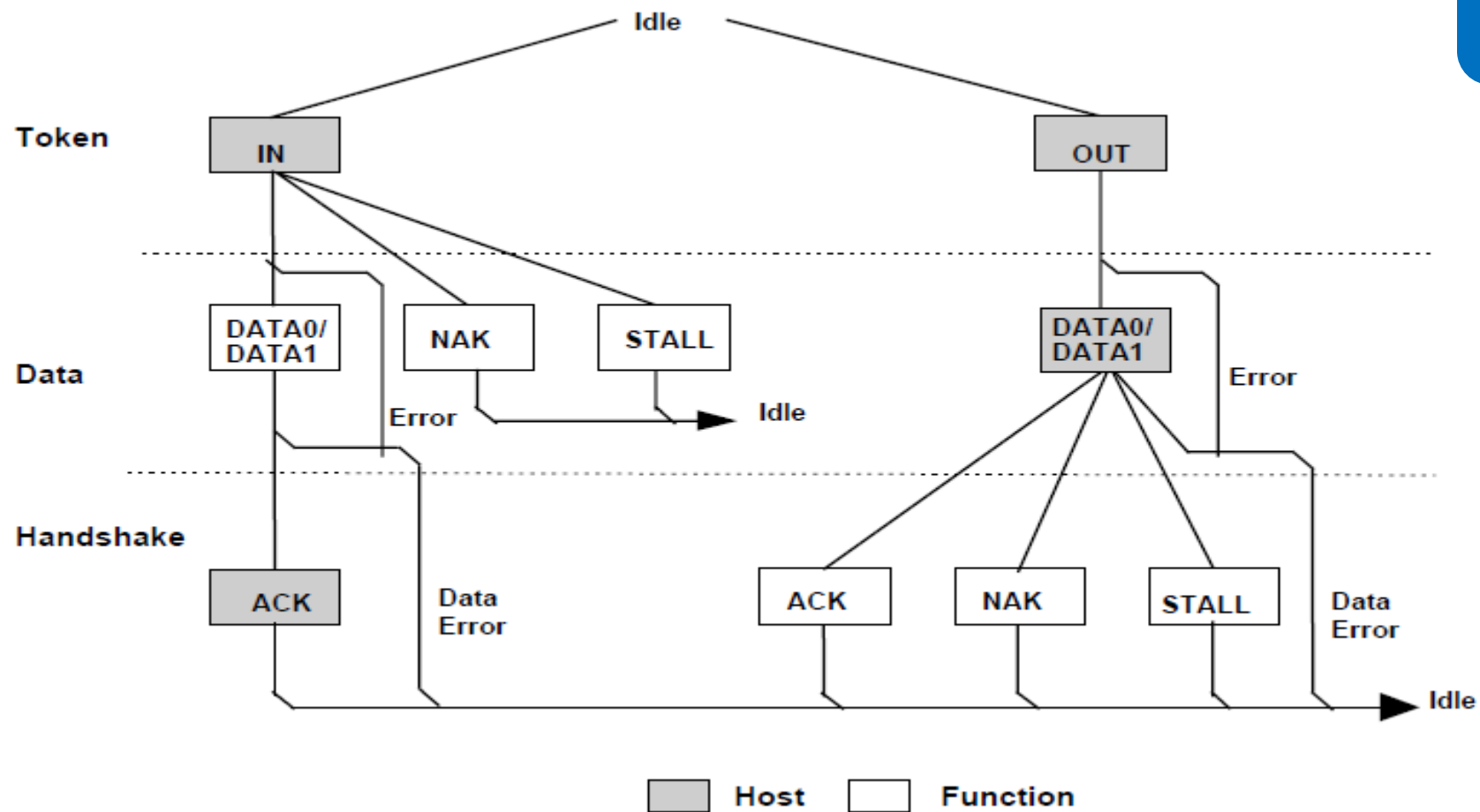
低速通讯特点：

- 事务中数据包中有效数据限制8字节
- 只支持中断传输和控制传输
- 不支持帧起始SOF令牌包，使用EOP信号代替

事务构成： 令牌包 + 数据包（可选） + 握手包（可选）

{
SETUP+DATA0+ACK
IN+DATA_x+ACK、IN+NAK、IN+STALL、IN
OUT+DATA_x+ACK/NAK/STALL、OUT+DATA_x

中断传输



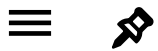
中断传输



- 适用于传输少量或中量、且对服务周期有要求的数据
- 由1个或多个IN或OUT事务组成。事务中的数据包PID从DATA0开始，成功后进行数据包PID翻转：DATA0→DATA1→DATA0...
- 可用于低速、全速、高速传输的设备
- 不同传输等级对应中断传输数据包有效数据大小：
 - 低速传输 \leq 8字节
 - 全速传输 \leq 64字节
 - 高速传输 \leq 1024字节
- 主机会保证USB设备在规定的周期内得到服务带宽

HID类请求

请求	bRequestType	bRequest	wValue	wIndex	wLength	数据阶段
GetReport	0xA1	0x01	报告类型、报告ID	接口号	报告长度	报告
GetIdle	0xA1	0x02	报告ID	接口号	1	空闲速率
GetProtocol	0xA1	0x03	0	接口号	1	协议值
SetReport	0x21	0x09	报告类型、报告ID	接口号	报告长度	报告
SetIdle	0x21	0x0A	空闲速率、报告ID	接口号	0	无
SetProtocol	0x21	0x0B	协议值	接口号	0	无



Thank you

感谢观赏



微信公众号

<http://wch.cn>

tech@wch.cn

025-84730668

USB 协议分析仪



分析仪



基于USB信号采集的硬件设备。主要通过捕获USB总线数据包进行协议解析，并实时上传分析软件，通过软件界面快速展示USB通讯全过程。是一款多用途的USB产品开发和测试工具。

特点



并联旁路连接、采集物理通讯全部数据并将其按标准协议转换显示

工具 —— USB 协议分析仪

序号	令牌	地址	端点	数据	描述	事务间隔
SEQ 1	RESET (2)				Bus Reset	? ms
SEQ 2	EOP (65)				Low Eop	65 ms
→ 3.0	SETUP	00	00			0 ms
→ 3.1	DATA0			(8 byte) 80 06 00 01 00 00 40 00	Get_DevDesc:00	
← 3.2	ACK					
→ 4.0	IN	00	00			0 ms
→ 4.1	DATA1			(8 byte) 12 01 00 02 00 00 00 08		
→ 4.2	ACK					
→ 5.0	IN	00	00			0 ms
→ 5.1	DATA0			(8 byte) 61 04 15 4D 00 02 00 02		
→ 5.2	ACK					
SEQ 6	EOP				Low Eop	1 ms
→ 7.0	IN	00	00			0 ms

文件(F)	编辑(E)	视图(V)	设置(O)	记录(C)	帮助(H)
统计					
令牌	个数				
SETUP	22				
SOF	0				
IN	158117				
PING	4945				
OUT	4966				
PRE	0				
SPLIT	0				
DATA0	81543				
DATA1	81562				
DATA2	0				
MDATA	0				
ACK	163104				
NAK	0				
STALL	0				
WRET	4946				
BUS RESET	2				
BUS SUSPEND	1				
EOP	0				

事务	地址	端点	状态	速度	数据	长度	间隔时间
SEQ 1	RESET	0	0	ACK	HS		0.000 000 000
→ SETUP	0	0	ACK	HS	80 06 00 01 00 00 40 00	8 bytes	0.055 371 749
← IN	0	0	ACK	HS	12 01 00 02 00 00 00 40 75 1F 17 08 01 00 01 0...	18 bytes	0.000 047 916
→ OUT	0	0	ACK	HS		0 bytes	0.000 009 133
SEQ 2	RESET	0	0	ACK	HS		0.003 465 283
→ SETUP	0	0	ACK	HS	00 05 05 00 00 00 00 00	8 bytes	0.027 587 483
← IN	0	0	ACK	HS		0 bytes	0.000 030 216
→ SETUP	5	0	ACK	HS	80 06 00 01 00 00 12 00	8 bytes	0.061 822 383
← IN	5	0	ACK	HS	12 01 00 02 00 00 00 40 75 1F 17 08 01 00 01 0...	18 bytes	0.000 044 249
→ OUT	5	0	ACK	HS		0 bytes	0.000 007 583
→ SETUP	5	0	ACK	HS	80 06 00 02 00 00 09 00	8 bytes	0.000 158 299
← IN	5	0	ACK	HS	09 02 20 00 01 01 00 80 32	9 bytes	0.000 042 433
→ OUT	5	0	ACK	HS		0 bytes	0.000 006 583
→ SETUP	5	0	ACK	HS	80 06 00 02 00 00 FF 00	8 bytes	0.000 229 149
← IN	5	0	ACK	HS	09 02 20 00 01 01 00 80 32 09 04 00 00 02 08 ...	32 bytes	0.000 059 350
→ OUT	5	0	ACK	HS		0 bytes	0.000 006 783
→ SETUP	5	0	ACK	HS	C0 E0 00 00 04 00 10 00	8 bytes	0.000 623 016
← IN	5	0	ACK	HS	28 00 00 00 00 01 04 00 01 00 00 00 00 00 00 ...	16 bytes	1.170 756 083
→ OUT	5	0	ACK	HS		0 bytes	0.000 008 749
→ SETUP	5	0	ACK	HS	C0 E0 00 00 04 00 28 00	8 bytes	0.000 293 249
← IN	5	0	ACK	HS	28 00 00 00 00 01 04 00 01 00 00 00 00 00 00 ...	40 bytes	0.000 049 233
→ OUT	5	0	ACK	HS		0 bytes	0.000 009 949

- 物理方式并联接入USB通讯线路
- 支持低速、全速、高速USB信号采集
- 精准捕获物理信号，实时显示采集数据
- 内置4G的存储深度
- 方便易用的用户软件：提供复制、搜索、过滤、触发等功能



控制传输——Setup Stage

控制传输中的 Setup Stage 部分（Setup事务），主机发出8字节命令请求，格式如下：

大小	1byte	1byte	2byte	2byte	2byte
字段	bRequestType	bRequest	wValue	wIndex	wLength

D7: Data transfer direction
0 = Host-to-device
1 = Device-to-host

D6...5: Type
0 = Standard
1 = Class
2 = Vendor
3 = Reserved

D4...0: Recipient
0 = Device
1 = Interface
2 = Endpoint
3 = Other
4...31 = Reserved

bRequest	Value
GET_STATUS	0
CLEAR_FEATURE	1
Reserved for future use	2
SET_FEATURE	3
Reserved for future use	4
SET_ADDRESS	5
GET_DESCRIPTOR	6
SET_DESCRIPTOR	7
GET_CONFIGURATION	8
SET_CONFIGURATION	9
GET_INTERFACE	10
SET_INTERFACE	11
SYNCH_FRAME	12

根据bRequest
改变，一般作
为参数作用

在 Data Stage 阶段的
总数据最大字节数

一般表示接口
号或端点号

标准请求码

