WebUSB HID Mouse

NuMicro® 32位系列微控制器范例代码介绍

文件信息

应用简述	WebUSB 提供了一个能够通过网页存取近端 USB 设备的方式，这表示客户能够通过浏览设备开发商的网页，来对设备进行操作，而不需要额外安装应用软件。 本范例程序说明如何在原有的 HID Mouse 设备上，增加 WebUSB 接口的支持，并提供一个网页范例，示范如何通过网页存取设备。
BSP 版本	M2351 BSP v3.00.007
开发平台	NuMaker-PFM-M2351

The information described in this document is the exclusive intellectual property of Nuvoton Technology Corporation and shall not be reproduced without permission from Nuvoton.

Nuvoton is providing this document only for reference purposes of NuMicro microcontroller and microprocessor based system design. Nuvoton assumes no responsibility for errors or omissions.

All data and specifications are subject to change without notice.

For additional information or questions, please contact: Nuvoton Technology Corporation.

www.nuvoton.com

1. 概述

USB 已成为许多设备的标准接口，连接到计算机的 USB 设备通常被分为多个设备类别，例如键盘、鼠标、视讯设备等等，这些设备使用操作系统的类别驱动程序进行支持。除了这些标准化的设备外，还有大量不属于任何类别的设备，这些设备需要自定义驱动程序，并且由于需要安装特定的应用软件来利用它们。安装这些设备，通常需要在制造商的网站上搜索驱动程序与软件，并下载安装，如果您希望在另一台计算器上使用该设备，则需要再次重复此过程。

WebUSB 为这些非标准 USB 设备服务提供了一种使其能够通过浏览器操作的方法，这意味着硬件制造商将能够提供一种从网页访问其设备的方式，而无需提供自己的应用程序与驱动软件。当连接支持 WebUSB 的新设备时，浏览器会显示通知，提供到制造商网站的连结。网页上提供了与设备对应的服务，通过用户适当的操作，浏览器将提示是否允许连接到设备，当连接成功后，该设备即可通过制造商提供的网页来进行操作，整个连接与使用的过程当中，无需下载和安装驱动程序，让用户方便轻松又迅速地，就可以开始使用该设备。

本范例示范了如何将一个标准的 HID 鼠标设备，与支持 WebUSB 的设备，整合成一个复合设备。让此设备支持标准的鼠标功能同时，也可以通过 WebUSB 支持非标准的 USB 设备功能。开发者可自行延伸本范例，来实现某些有趣的应用，例如一个支持 WebUSB 的鼠标产品，除了标准 USB 鼠标的功能外，同时能够通过 WebUSB 下载鼠标上面新的 LED 闪烁模式与设定、修改宏任务等等。

2. USB 描述

2.1 USB 设备描述

Value	Field	Description
0x12	bLength	Size of this descriptor
0x01	bDescriptorType	Device descriptor
0x0300	bcdUSB	USB Specification Release Number
0x00	bDeviceClass	Class code. Setting the field to zero enables each interface in a configuration to have its own class information, allowing independent operation of the interfaces.
0x00	bDeviceSubClass	Subclass code. If the bDeviceClass field is reset to zero, this field must also be reset to zero.
0x00	bDeviceProtocol	Protocol code. Reset to zero, the device does not use class-specific protocols on a device basis.
0x08	bMaxPacketSize0	Maximum packet size for endpoint zero
0x0416	idVendor	Vendor ID (Nuvoton)
0xB0F3	idProduct	Product ID (WebUSB HID Mouse)
0x0100	bcdDevice	Device release number in binary-coded Decimal
0x01	iManufacturer	Index of string descriptor describing manufacturer
0x02	iProduct	Index of string descriptor describing product
0x00	iSerialNumber	Index of string descriptor describing the device's serial number
0x01	bNumConfigurations	Number of possible configurations

这里描述了设备的一般信息，包含 ID、版本与产品名称、序号等等。其中的 ID 将使用于在网页上过滤出能够连接的 WebUSB 设备。

2.2 组态描述

Value	Field	Description
Configuration descriptor		
0x09	bLength	Size of this descriptor
0x02	bDescriptorType	CONFIGURATION Descriptor
0x0039	wTotalLength	Total descriptor length
0x02	bNumInterfaces	Number of interfaces supported by this configuration
0x01	bConfigurationValue	CONFIGURATION 1
0x00	iConfiguration	Index of string descriptor describing this configuration (None)
0x80	bmAttributes	Bus powered and no remote wakeup
0x32	bMaxPower	Maximum power consumption of the USB device from the bus. (50 * 2mA = 100mA)
HID Interface descriptor		
0x09	bLength	Size of this descriptor
0x04	bDescriptorType	Interface descriptor
0x00	bInterfaceNumber	Interface 0
0x00	bAlternateSetting	Alternate setting 0 (default)
0x01	bNumEndpoints	1 endpoint
0x03	bInterfaceClass	HID interface class
0x01	bInterfaceSubClass	Boot interface subclass
0x02	bInterfaceProtocol	Mouse
0x00	iInterface	Interface name
HID descriptor		
0x09	bLength	Size of this descriptor
0x21	bDescriptorType	HID descriptor
0x0101	bcdHID	HID version 1.1
0x00	bCountryCode	Hardware target country
0x01	bNumDescriptors	Number of HID class descriptors to follow
0x22	bDescriptorType	Report descriptor type
0x0034	wDescriptorLength	Total length of the Report descriptor
Endpoint descriptor		
0x07	bLength	Size of this descriptor
0x05	bDescriptorType	Endpoint descriptor
0x81	bEndpointAddress	Endpoint 1 (IN)
0x03	bmAttributes	Interrupt
0x0008	wMaxPacketSize	8 byte packets
0x14	bInterval	20ms interval
Interface descriptor for WebUSB		

0x09	bLength	Size of this descriptor
0x04	bDescriptorType	Interface descriptor
0x01	bInterfaceNumber	Interface 1
0x00	bAlternateSetting	Alternate setting 0 (default)
0x02	bNumEndpoints	2 endpoints
0xFF	bInterfaceClass	Vendor-specific interface class
0x00	bInterfaceSubClass	
0x00	bInterfaceProtocol	
0x00	iInterface	Interface name (none)
Endpoint descriptor		
0x07	bLength	Size of this descriptor
0x05	bDescriptorType	Endpoint descriptor
0x82	bEndpointAddress	Endpoint 2 (IN)
0x02	bmAttributes	Bulk
0x0040	wMaxPacketSize	64 byte packets
0x00	bInterval	N/A for bulk endpoints
Endpoint descriptor		
0x07	bLength	Size of this descriptor
0x05	bDescriptorType	Endpoint descriptor
0x03	bEndpointAddress	Endpoint 3 (OUT)
0x02	bmAttributes	Bulk
0x0040	wMaxPacketSize	64 byte packets
0x00	bInterval	N/A for bulk endpoints

USB 组态描述由多个描述区块串在一起构成。每个描述区块都以 bLength 和 bDescriptorType 字段开始，以便进行识别该区块与大小。第一个接口是一个带有相应 HID 描述区块和一个用于将输入事件传递给操作系统的单一端点的 HID 接口，也就是 HID Mouse 功能接口。第二个界面是一个供货商特定的界面，具有两个端点，可用于向设备发送命令并接收返回的响应，也就是 WebUSB 接口。

2.3 WebUSB 组态描述

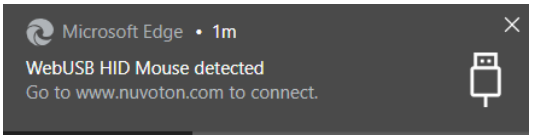
为了要在尽量不影响原设备功能的情况下，增加 WebUSB 的支持，WebUSB 会使用 BOS 来提供 WebUSB 相关的功能描述。

二进制对象存储描述（BOS）是在 USB 3.0 中引入的概念，但也已被引入到 USB 2.0 设备中，作为 USB 版本 2.1 的一部分。通过 BOS 可以描述对 WebUSB 的支持，该描述内容紧接在 BOS 自身的组态描述区块后，其实际内容如下所示：

Value	Field	Description
Binary device Object Store descriptor		
0x05	bLength	Size of this descriptor
0x0F	bDescriptorType	Binary device Object Store descriptor
0x0039	wTotalLength	Total length of this series of descriptors
0x01	bNumDeviceCaps	Number of device capability descriptors in the BOS
WebUSB platform capability descriptor		
0x18	bLength	Size of this descriptor
0x10	bDescriptorType	Device capability descriptor
0x05	bDevCapabilityType	Platform capability descriptor
0x00	bReserved	
--	PlatformCapablityUUID	WebUSB platform capability descriptor GUID in little-endian format {3408b638-09a9-47a0-8bfd-a0768815b665}
0x0100	bcdVersion	WebUSB descriptor version 1.0
0x01	bVendorCode	bRequest value for WebUSB
0x01	iLandingPage	URL for landing page
Microsoft OS 2.0 platform capability descriptor		
0x1C	bLength	Size of this descriptor
0x10	bDescriptorType	Device capability descriptor
0x05	bDevCapabilityType	Platform capability descriptor
0x00	bReserved	
	PlatformCapablityUUID	Microsoft OS 2.0 platform compatibility descriptor GUID in little-endian format {D8DD60DF-4589-4CC7-9CD2-659D9E648A9F}
0x06030000	dwWindowsVersion	Minimum compatible Windows version (Windows 8.1)
0x00B2	wMSOSDescriptorSetTotalLength	Total length of the descriptor set
0x02	bMS_VendorCode	bRequest value for retrieving further Microsoft descriptors
0x00	bAltEnumCode	Device does not support alternate enumeration

在 Windows 操作系统上使用 WebUSB，需要安装一个特殊的驱动程序，WinUSB，以提供应用程序用来访问设备的接口。这可以通过在系统上安装自定义的驱动程序信息文件（INF）或者以提供 Microsoft OS 兼容描述来完成。由于使用 INF 的方式，需要用户额外安装驱动的动作，因此此处只介绍提供 Microsoft OS 2.0 平台功能描述的方式，这种方式可以避免制造商，需要为其自定义驱动进行签章认证，与用户需要额外自行下载并安装驱动的麻烦。

由上表的 BOS 描述区块内容可知，其包含了 WebUSB 平台功能描述区块与 Microsoft OS 2.0 平台功能描述区块，其定义了 WebUSB 平台, Microsoft OS 2.0 平台的 UUID 及对应功能的命令码 bVendorCode (0x01)、bMS_VendorCode (0x02)，iLandingPage 则定义了 WebUSB 的设网页网址，当设备成功连接上操作系统后，网页浏览器会显示通知，用户可通过点击该通知，直接连接该网址。



2.4 URL 组态描述

当 WebUSB 设备接入到操作系统时，浏览器会以 BOS 所定义的 Vendor Code 命令，要求设备回传网页描述，其回传的内容如下:

Value	Field	Description
URL descriptor		
0x12	bLength	Size of this descriptor
0x03	bDescriptorType	URL descriptor
0x01	bScheme	https://
--	URL	UTF-8 encoded URL content “www.nuvoton.com”

2.5 Microsoft OS 2.0 组态描述

Value	Field	Description
Microsoft OS 2.0 descriptor set header		
0x000A	wLength	Size of this descriptor
0x0000	wDescriptorType	Descriptor set header descriptor
0x06030000	dwWindowsVersion	Minimum compatible Windows version (Windows 8.1)
0x00B2	wTotalLength	Total length of the descriptor set

Microsoft OS 2.0 configuration subset header		
0x0008	wLength	Size of this descriptor
0x0001	wDescriptorType	Configuration subset header desc.
0x00	bConfigurationValue	Applies to configuration 1 (indexed from 0 despite configurations normally indexed from 1)
0x00	bReserved	Must be set to 0
0x00A8	wTotalLength	Total length of the subset including this header
Microsoft OS 2.0 function subset header		
0x0008	wLength	Size of this descriptor
0x0002	wDescriptorType	Function subset header descriptor
0x01	bFirstInterface	First interface of the function
0x00	bReserved	Must be set to 0
0x00A0	wSubsetLength	Total length of the subset including this header
Microsoft OS 2.0 compatible ID descriptor		
0x0014	wLength	Size of this descriptor
0x0003	wDescriptorType	Compatible ID descriptor
"WINUSB\0\0"	CompatibileID	ASCII string padded to 8 bytes
"\0\0\0\0\0\0\0\0"	SubCompatibleID	ASCII string padded to 8 bytes
Microsoft OS 2.0 registry property descriptor		
0x0084	wLength	Size of this descriptor
0x0004	wDescriptorType	Registry property descriptor
0x0007	wPropertyDataType	REG_MULTI_SZ
0x002A	wPropertyNameLength	Length of the property name
--	PropertyName	Property name with null terminator encoded in UTF-16LE. "DeviceInterfaceGUIDs\0"
0x0050	wPropertyDataLength	Length of the property value
--	PropertyData	GUID plus two null terminators encoded in UTF-16LE. "{fd45b4d3-9e41-4e1d-9ba8-cc03726b9db8}\0\0" Note: The GUID here is not fixed but generated by “New-Guid” command of PowerShell.

请注意，Windows 仅会在首次查询设备时取得此信息。如果设备未以有效的描述响应，则下次连接设备时将不再查询此描述。

Microsoft 提供了一个 USB 设备注册表条目列表，其中描述了在枚举设备时所创建的注册表条目。在进行测试时，可以在此注册列表，删除为特定设备创建的条目，使 Windows 再次尝试读取描述符。注册列表地址在:

[HKEY_LOCAL_MACHINE\SYSTEM\CurrentControlSet\Control\usbflags]

3. 软件架构

要实现 WebUSB 设备，除了必要的设备描述外，就是与 WebUSB 设备描述对应的 Vendor command 的处理，还有对应的 Endpoint 处理。

3.1 Vendor Command

WebUSB 需要处理的 Vendor Command 包括了在 BOS 组态描述中的取得 URL 的命令，与取得 MS OS 2.0 Descriptor Set 的命令。

Get URL:

bmRequestType	bRequest	wValue	wIndex	wLength	Data (response)
0b11000000	0x01	0x0001	0x0002	*	The URL descriptor

Get MS OS 2.0 Descriptor

bmRequestType	bRequest	wValue	wIndex	wLength	Data (response)
0b11000000	0x02	0x0000	0x0007	*	The URL descriptor

3.2 软件实现

- 设定 Vendor Command 的处理函数

```
    printf("+--------------------------------------------------------+\n");
    printf("|          NuMicro USB HID Mouse Sample Code             |\n");
    printf("+--------------------------------------------------------+\n");

    USBD_Open(&gsInfo, HID_ClassRequest, NULL);

    /* Set handler for Vendor requests */
    USBD_SetVendorRequest(WebUSB_VendorRequest);

    /* Endpoint configuration */
    HID_Init();
    USBD_Start();
```

由于 Vendor Command 会在设备枚举时，就被操作系统访问，因此必须要在 USB 设备初始化就设置完成。

- Vendor Command 处理函数:

```
void WebUSB_VendorRequest()
{
```

```
    uint8_t au8Buf[8];
    uint32_t u32Len;
    uint8_t bRequest;
    uint16_t wValue;
    uint16_t wIndex;
    uint16_t wLength;

    USBD_GetSetupPacket(au8Buf);

    /*
        bmRequestType   bRequest    wValue  wIndex  wLength Data (response)
        0b11000000      0x02        0x0000  0x0007  *       MS OS 2.0 Descriptor Set

        bRequest is the vendor code defined in BOS descriptor
        wIndex = 7 is to retrieve the Microsoft OS 2.0 Descriptor Set from the device.

    */
    bRequest = au8Buf[1];
    wValue = au8Buf[2] + ((uint16_t)au8Buf[3] << 8);
    wIndex = au8Buf[4] + ((uint16_t)au8Buf[5] << 8);
    wLength= au8Buf[6] + ((uint16_t)au8Buf[7] << 8);

    switch(bRequest)
    {
        case 2: // VendorCode defined in BOS
        {
            // Stall if not supported command
            if((wIndex != 0x07) || (g_USBD_sInfo->gu8MSDesc == 0))
            {
                USBD_SET_EP_STALL(EP0);
                USBD_SET_EP_STALL(EP1);
            }

            /* To retrieve the Microsoft OS 2.0 Descriptor Set from the device */
            u32Len = USBD_Minimum(wLength, g_USBD_sInfo->gu8MSDesc[8]);
            USBD_PrepareCtrlIn((uint8_t *)g_USBD_sInfo->gu8MSDesc, u32Len);
            USBD_PrepareCtrlOut(0, 0UL); /* For status stage */
            break;
        }
        case 1: // VendorCode defined in BOS
        {
            // Stall if not supported command
            if((wIndex != 0x02) || (wValue != 0x01))
            {
                USBD_SET_EP_STALL(EP0);
                USBD_SET_EP_STALL(EP1);
            }

            /* To retrieve URL */
            u32Len = USBD_Minimum(wLength, g_USBD_sInfo->gu8StringDesc[3][0]);
            USBD_PrepareCtrlIn((uint8_t *)g_USBD_sInfo->gu8StringDesc[3], u32Len);
            USBD_PrepareCtrlOut(0, 0UL); /* For status stage */

            break;
        }
        default:
```

```
        {
            /* Unsupported request */
            USBD_SET_EP_STALL(EP0);
            USBD_SET_EP_STALL(EP1);
            break;
        }
    }
}
```

这个函数主要是处理 Get URL 与 Get MS OS 2.0 Descriptor set 的功能，若是接收到命令不是这两个，就会回传 STALL，若是接收到正确的命令，则根据所收到的命令，回传 URL descriptor 或是 MS OS 2.0 Descriptor set。

4. 软件与硬件需求

4.1 软件需求

- BSP 版本
  - M2351 BSP v3.00.007
- 应用程序
  - Google Chrome or Microsoft Edge

4.2 硬件需求

- 电路组件
  - NuMaker-PFM-M2351

5. 目录信息

目录结构如下所示:

EC_M2351_WebUSB_HID_Mouse_V1.00	
Library	BSP Library
TestHTML	html file for test
SampleCode	
ExampleCode	
Project	Source file of example code.

图 5-1 目录信息

6. 范例程序执行

1. 如目录信息章节所示，打开目录内的项目文件 *USBD_HID_Mouse.uvprojx*.
2. 使用 Kiel MDK 来编译并下载程序到目标板子。
3. 重新启动目标板来执行程序。
4. 使用 USB 连接线，连接板子与计算机 (Windows 8 或更新的版本)。
5. 使用 Google Chrome 或 Microsoft Edge 打开 TestHTML 目录下的 test_webusb.html。
6. 点击 '**Connect To WebUSB Device'** 按键，并选择连接 WebUSB HID Mouse device。

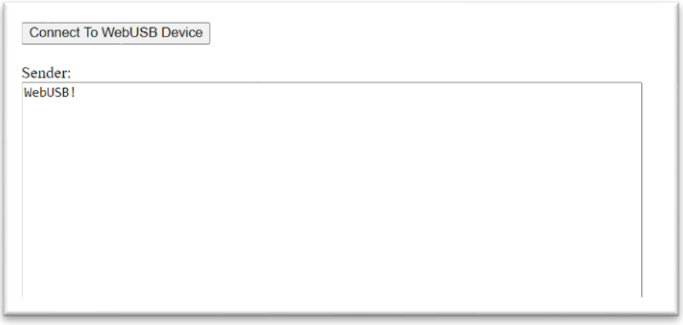


图 6-1 连接 WebUSB 设备

7. 点击 '**Send**' 按键，送出 Sender 框内信息，此信息将会通过 WebUSB 传送至目标板后，回传到 Receiver 信息框。

图 6-2 传送与回传信息

7. 修订纪录

Date	Revision	Description
2024.03.08	1.00	初始版本。

Important Notice

Nuvoton Products are neither intended nor warranted for usage in systems or equipment, any malfunction or failure of which may cause loss of human life, bodily injury or severe property damage. Such applications are deemed, "Insecure Usage".

Insecure usage includes, but is not limited to: equipment for surgical implementation, atomic energy control instruments, airplane or spaceship instruments, the control or operation of dynamic, brake or safety systems designed for vehicular use, traffic signal instruments, all types of safety devices, and other applications intended to support or sustain life.

All Insecure Usage shall be made at customer's risk, and in the event that third parties lay claims to Nuvoton as a result of customer's Insecure Usage, customer shall indemnify the damages and liabilities thus incurred by Nuvoton.

Please note that all data and specifications are subject to change without notice.
All the trademarks of products and companies mentioned in this datasheet belong to their respective owners.