WebUSB HID Mouse

NuMicro® 32位系列微控制器範例代碼介紹

文件資訊

應用簡述	WebUSB 提供了一個能夠透過網頁存取近端 USB 裝置的方式，這表示客戶能夠透過瀏覽裝置開發商的網頁，來對裝置進行操作，而不需要額外安裝應用軟體。 本範例程式說明如何在原有的 HID Mouse 裝置上，增加 WebUSB 介面的支援，並提供一個網頁範例，示範如何透過網頁存取裝置。
BSP 版本	M2351 BSP v3.00.007
開發平台	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 已成為許多裝置的標準介面，連接到電腦的 USB 裝置通常被分為多個裝置類別，例如鍵盤、滑鼠、視訊裝置等等，這些裝置使用操作系統的類別驅動程式進行支援。除了這些標準化的裝置外，還有大量不屬於任何類別的裝置，這些裝置需要自定義驅動程式，並且由於需要安裝特定的應用軟體來利用它們。安裝這些裝置，通常需要在製造商的網站上搜索驅動程式與軟體，並下載安裝，如果您希望在另一台計算機上使用該裝置，則需要再次重複此過程。

WebUSB 為這些非標準 USB 裝置服務提供了一種使其能夠透過瀏覽器操作的方法，這意味著硬體製造商將能夠提供一種從網頁訪問其裝置的方式，而無需提供自己的應用程序與驅動軟體。當連接支援 WebUSB 的新裝置時，瀏覽器會顯示通知，提供到製造商網站的連結。網頁上提供了與裝置對應的服務，透過用戶適當的操作，瀏覽器將提示是否允許連接到裝置，當連結成功後，該裝置即可透過製造商提供的網頁來進行操作，整個連接與使用的過程當中，無需下載和安裝驅動程式，讓用戶方便輕鬆又迅速地，就可以開始使用該裝置。

本範例示範了如何將一個標準的 HID 滑鼠裝置，與支援 WebUSB 的裝置，整合成一個複合裝置。讓此裝置支援標準的滑鼠功能同時，也可以透過 WebUSB 支援非標準的 USB 裝置功能。開發者可自行延伸本範例，來實現某些有趣的應用，例如一個支援WebUSB的滑鼠產品，除了標準 USB 滑鼠的功能外，同時能夠透過 WebUSB 下載滑鼠上面新的LED閃爍模式與設定、修改巨集任務等等。

2. USB 描述

2.1 USB 裝置描述

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

這裡描述了裝置的一般信息，包含ID、版本與產品名稱、序號等等。其中的 ID 將使用於在網頁上過濾出能夠連接的 WebUSB 裝置。

2.2 組態描述

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 組態描述由多個描述區塊串在一起構成。每個描述區塊都以bLength和bDescriptorType字段開始，以便進行識別該區塊與大小。第一個介面是一個帶有相應HID描述區塊和一個用於將輸入事件傳遞給操作系統的單一端點的HID介面，也就是 HID Mouse功能介面。第二個介面是一個供應商特定的介面，具有兩個端點，可用於向裝置發送命令並接收返回的響應，也就是WebUSB介面。

2.3 WebUSB 組態描述

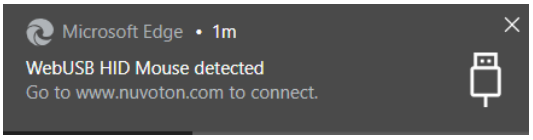
為了要在儘量不影響原裝置功能的情況下，增加 WebUSB 的支援，WebUSB 會使用 BOS 來提供 WebUSB 相關的功能描述。

二進制物件存儲描述（BOS）是在USB 3.0中引入的概念，但也已被引入到USB 2.0裝置中，作為 USB 版本2.1的一部分。透過 BOS 可以宣告對 WebUSB 的支持，該宣告內容緊接在BOS自身的組態描述區塊後，其實際內容如下所示：

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 作業系統上使用 WebUSB，需要加載一個特殊的驅動程序，WinUSB，以提供應用程序用來訪問裝置的介面。這可以通過在系統上安裝自定義的驅動程序信息文件（INF）或者以提供 Microsoft OS 兼容描述來完成。由於使用 INF 的方式，需要用戶額外安裝驅動的動作，因此此處只介紹提供 Microsoft OS 2.0 平台功能描述的方式，這種方式可以避免製造商，需要為其自定義驅動進行簽章認證，與用戶需要額外自行下載並安裝驅動的麻煩。

由上表的 BOS 描述區塊內容可知，其包含了 WebUSB 平台功能描述區塊與 Microsoft OS 2.0 平台功能描述區塊，其定義了 WebUSB 平台, Microsoft OS 2.0 平台的 UUID 及對應功能的命令碼 bVendorCode (0x01)、bMS_VendorCode (0x02)，iLandingPage 則定義了 WebUSB 的設網頁網址，當裝置成功連接上作業系統後，網頁瀏覽器會顯示通知，用戶可透過點擊該通知，直接連接該網址。



2.4 URL 組態描述

當 WebUSB 裝置接入到作業系統時，瀏覽器會以 BOS 所定義的 Vendor Code 命令，要求裝置回傳網頁描述，其回傳的內容如下:

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 組態描述

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.

請注意，Windows僅會在首次查詢裝置時取得此信息。如果裝置未以有效的描述回應，則下次連接裝置時將不再查詢此描述。

Microsoft提供了一個USB裝置註冊表條目列表，其中描述了在枚舉裝置時所創建的註冊表條目。在進行測試時，可以在此註冊列表，刪除為特定裝置創建的條目，使Windows再次嘗試讀取描述符。註冊列表位址在:

[HKEY_LOCAL_MACHINE\SYSTEM\CurrentControlSet\Control\usbflags]

3. 軟體架構

要實現 WebUSB 裝置，除了必要的裝置描述外，就是與 WebUSB 裝置描述對應的 Vendor command 的處理，還有對應的 Endpoint 處理。

3.1 Vendor Command

WebUSB 需要處理的 Vendor Command 包括了在 BOS 組態描述中的取得 URL 的命令，與取得 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 軟體實現

- 設定 Vendor Command 的處理函數

```
    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();
```

由於 Vendor Command 會在裝置列舉時，就被作業系統呼叫，因此必須要在 USB 裝置初始化就設置完成。

- Vendor Command 處理函數:

```
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;
        }
    }
}
```

這個函數主要是處理 Get URL 與 Get MS OS 2.0 Descriptor set 的功用，若是接收到命令不是這兩個，就會回傳 STALL，若是接收到正確的命令，則根據所收到的命令，回傳 URL descriptor 或是 MS OS 2.0 Descriptor set。

4. 軟體與硬體需求

4.1 軟體需求

- BSP 版本
  - M2351 BSP v3.00.007
- 應用程式
  - Google Chrome or Microsoft Edge

4.2 硬體需求

- 電路元件
  - NuMaker-PFM-M2351

5. 目錄資訊

目錄結構如下所示:

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

圖 5-1 目錄資訊

6. 範例程式執行

1. 如目錄資訊章節所示，打開目錄內的專案檔案 *USBD_HID_Mouse.uvprojx*.
2. 使用 Kiel MDK 來編譯並下載韌體到目標板子。
3. 重新啟動目標板來執行韌體。
4. 使用 USB 連接線，連接板子與電腦 (Windows 8 或更新的版本)。
5. 使用 Google Chrome 或 Microsoft Edge 打開 TestHTML 目錄下的 test_webusb.html。
6. 點擊 **'Connect To WebUSB Device**' 按鍵，並選擇連接 WebUSB HID Mouse device。

圖 6-1 連接 WebUSB 裝置

7. 點擊 '**Send**' 按鍵，送出 Sender 框內訊息，此訊息將會透過 WebUSB 傳送至目標板後，回傳到 Receiver 訊息框。

圖 6-2 傳送與接收訊息

7. 修訂紀錄

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.