實作使用者自定義命令(Vendor Command)

NuMicro® 32 位系列微控制器範例代碼介紹

文件資訊

代碼簡述	示範如何擴充使用者自定義指令(Vendor Command)。
BSP 版本	NUC123 Series BSP CMSIS V3.01.001
開發平台	NuTiny-EVB-NUC123-LQFP64 v1.0

1 功能介紹

1.1 簡介

此範例以HID裝置為例，示範如何擴充使用者自定義指令(Vendor Command)。本範例會實作2個自定義指令，寫入和讀取的控制傳輸指令，並搭配Bus Hound軟體觀察結果，展示整個流程。

1.2 原理

Vendor Command建立在USB的控制傳輸之上。因此傳輸分為三個階段，如圖 1，Setup、Data和STATUS。其中SETUP和STATUS階段是必備。DATA階段是可選擇的，視應用而定。

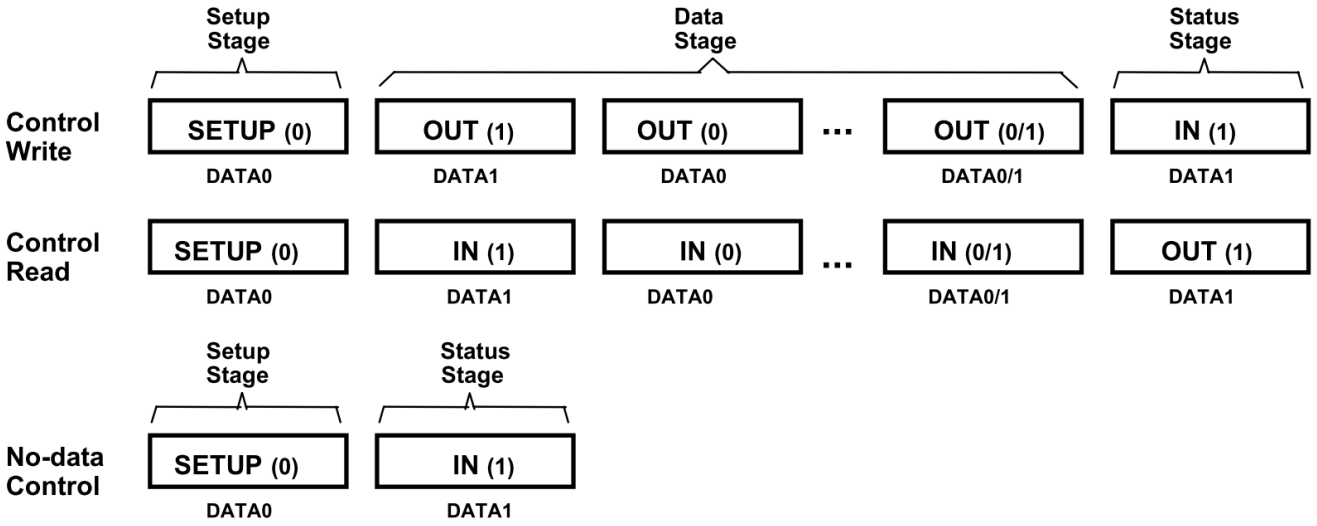


圖 1: 控制傳輸的讀寫流程

Offset	Field	Size	Value	Description
0	*bmRequestType*	1	Bitmap	Characteristics of request: 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
1	*bRequest*	1	Value	Specific request (refer to Table 9-3)
2	*wValue*	2	Value	Word-sized field that varies according to request
4	*wIndex*	2	Index or Offset	Word-sized field that varies according to request; typically used to pass an index or offset
6	*wLength*	2	Count	Number of bytes to transfer if there is a Data stage

圖 2: Setup 封包的資料格式

本次實驗要實作讀取和寫入64 位元組的資料。設定階段的命令須符合USB控制傳輸的設定封包的格式，如圖 2。因此我們定義了表 1的命令格式，其中的bmRequestType為Vendor Command的命令分類和傳輸方向；bRequest的內容即是這次的自訂Vendor Command的控制代碼，將寫入代碼設為0x1，讀取代碼設為0x2；wLength是要傳輸的資料長度。其他未提到的欄位此次皆未使用，設為0。

Vendor-Defined Command	bmRequestType	bRequest	wValue	wIndex	wLength
VENDOR_WRITE_TEST	0x40	0x01	0	0	0x40
VENDOR_READ_TEST	0xC0	0x02	0	0	0x40

表 1: Vendor Command 的 SETUP 資料格式

1.3 執行結果

本範例使用Bus Hound來控制傳輸測試。本裝置連接上PC後，打開Bus Hound，可以在Device Tree(圖 3)找到此裝置，可以看到VID和PID分別是十六進位的0416和B001。照著圖 3的操作

步驟可進入指令控制(Bus Commander)視窗。

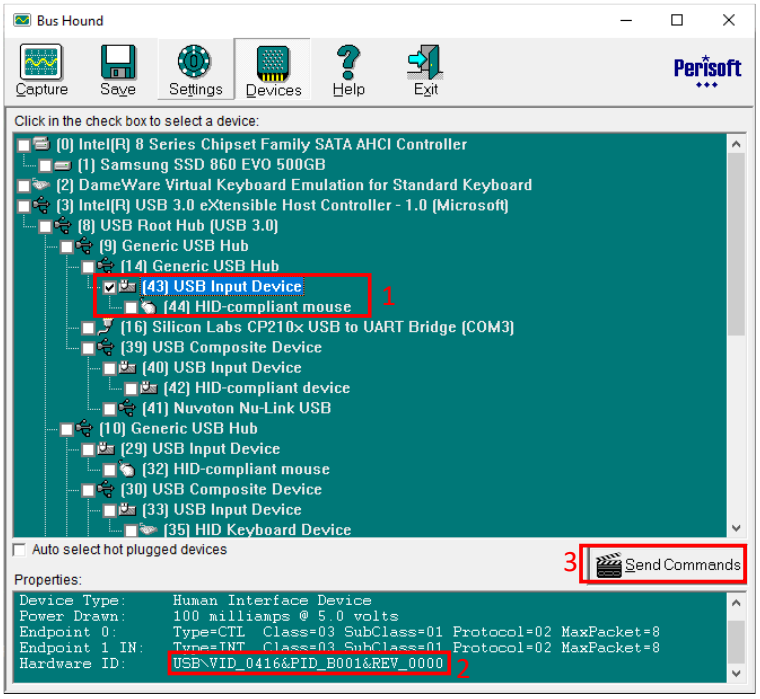


圖 3: Bus Hound 介面

1.3.1 Read Command

在指令控制視窗，依照圖 4的操作步驟，可觀察指令的執行結果:

1， 在終端軟體透過 UART 的輸出，觀察初始的緩衝區數值。按下任意鍵，可以顯示緩衝區的初始值，0x0 ~ 0x3F。

2， 在 Bus Command 視窗輸入表 1 的讀取指令。

3， 按下”Run”按鈕，執行指令。

4， 可以觀察 Bus Hound 讀取到的數值與步驟 1 顯示的數值相符，代表傳輸完成。

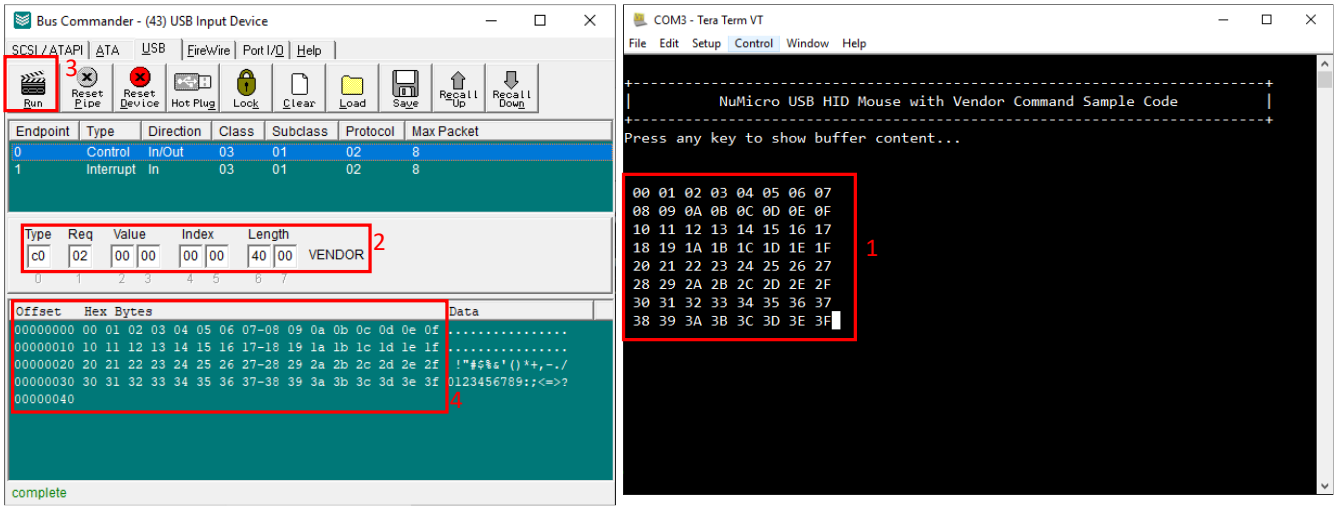


圖 4: 讀取指令的操作

1.3.2 Write Command

在指令控制視窗，依照圖 5的操作步驟，觀察指令的執行結果。

1. 對終端視窗按下任意鍵，顯示目前的緩衝區數值為 0x0 ~ 0x3f。
2. 在 Bus Commander 視窗輸入表 1 的寫入指令。
3. 於 Bus Commander 視窗的資料區填入欲傳輸的資料。
4. 按下 Run 的按鈕，USB 主機就會執行控制傳輸。
5. 在終端視窗按下任意鍵，可看到步驟 3 的資料已經被寫入至裝置端的緩衝區內。

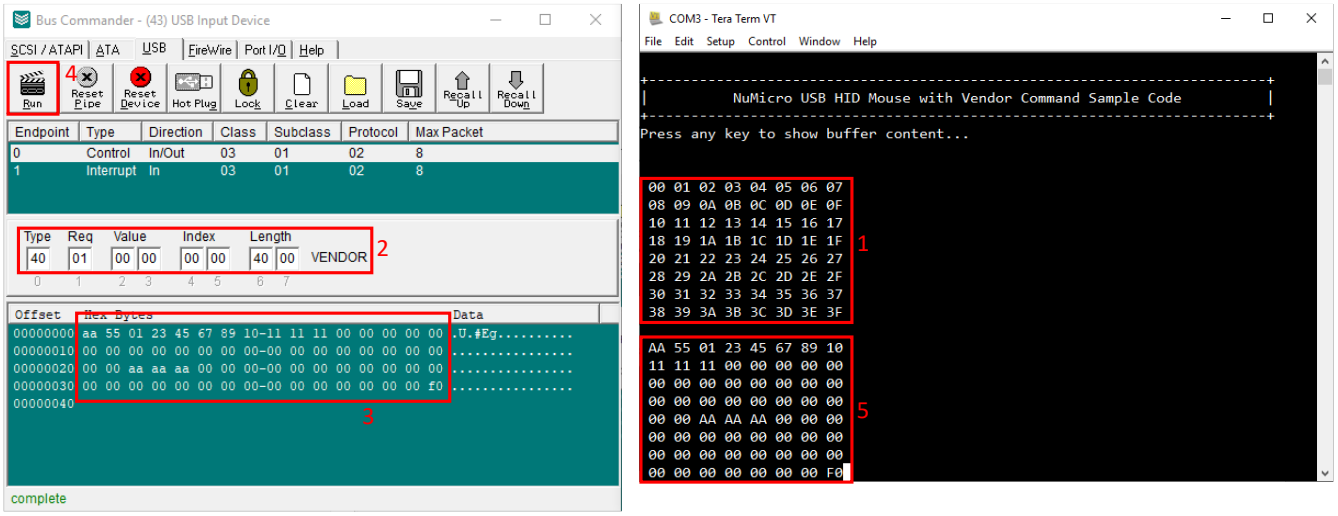


圖 5:寫入指令的操作

2 代碼介紹

2.1 main.c

將USB裝置驅動的回調函數 (callback function)，設為VENDOR_Request()。當收到使用者自定義命令後，USB 裝置驅動就會呼叫的處理函數。

```
    /* Set Callback function for Vendor Command */
    USBD_SetVendorRequest(VENDOR_Request);
```

2.2 hid_vendor_command.h, hid_vendor_command.c

hid_vendor_command.h裡面定義”寫入指令”為0x1，”讀取指令”為0x2。

```
/*!<USB VENDOR CMD */
#define VENDOR_WRITE_TEST 0x1
#define VENDOR_READ_TEST  0x2
```

hid_vendor_command.c裡的VENDOR_Request函數，實作了Vendor Command的處理。進入程式的開頭，先把SETUP封包的資料儲存，供後續判斷使用。

```
void VENDOR_Request(void)
{
    uint8_t buf[8];
    uint32_t wLength;

    USBD_GetSetupPacket(buf);

    wLength = buf[7];
    wLength = buf[6] | (wLength << 8);
```

buf[0]是bmRequestType欄位，見表 1，提供資料方向和指令種類。這裡把資料分為兩個方向處理。由於USBD 驅動已經處理完設定階段，VENDOR_Request函數只需負責接下來的資料階段和狀態階段。

資料階段的處理，只需識別命令欄位(buf[1])是不是欲處理的命令，並呼叫USBD_PrepareCtrlIn()並設定存放資料的緩衝區位址和長度。

```
    if(buf[0] & 0x80)    /* request data transfer direction */
    {
        /* Device to host */
        switch(buf[1])
        {
            case VENDOR_READ_TEST:
             {
                 wLength = Minimum(wLength, sizeof(g_au8temp));

                 /* Data stage */
                USBD_PrepareCtrlIn((uint8_t *)g_au8temp, wLength);
```

狀態階段的處理，須設定TOGGLE FLAG為1，並呼叫USBD_PrepareCtrlOut();由於沒有資料須要經由端點0回傳至USB主機，因此參數皆設為0。

```
                /* Status stage */
                USBD_SET_DATA1(EP1);
                USBD_PrepareCtrlOut(0, 0);
                break;
             }

            default:
            {
                /* Setup error, stall the device */
                USBD_SetStall(EP0);
                USBD_SetStall(EP1);
                break;
            }
        }
    }
```

當收到寫入指令(VENDOR_WRITE_TEST)後，呼叫USB driver的USBD_PrepareCtrlOut()，設定暫存資料的位址和長度，做資料階段的處理。STATUS階段不須回傳資料，因此資料回傳長度設為0。當傳輸結束後，收到的資料會存放在g_au8temp的陣列內。

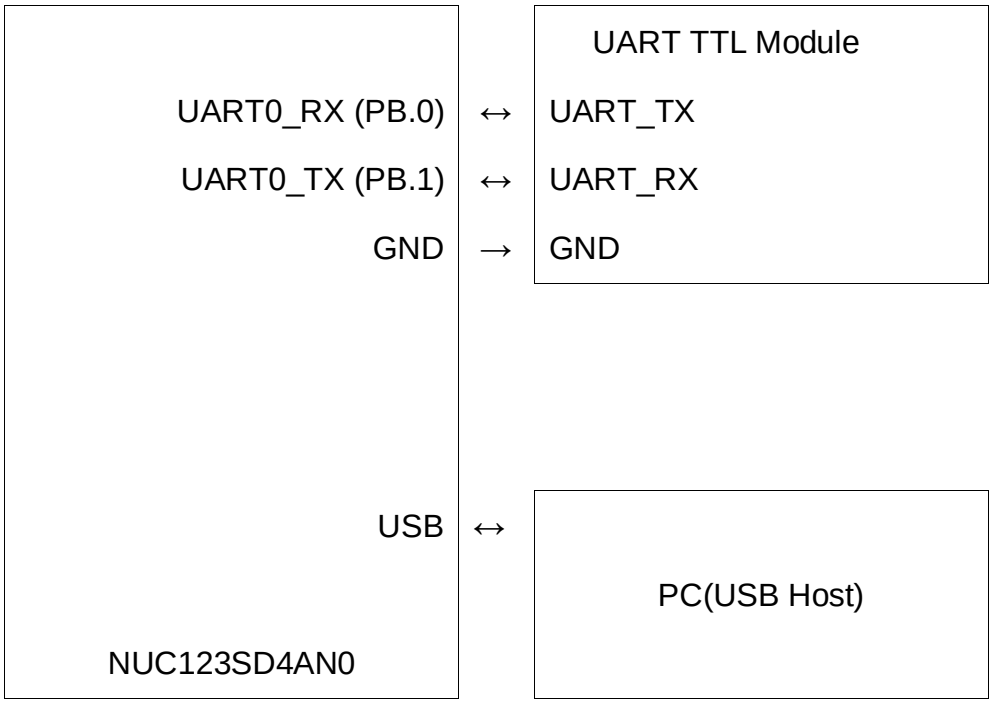
```
    else
    {
        /* Host to device */
        switch(buf[1])
        {
            case VENDOR_WRITE_TEST:
            {
                /* Data stage*/
                USBD_PrepareCtrlOut(g_au8temp, wLength);

                /* Status stage */
                USBD_SET_DATA1(EP0);
                USBD_SET_PAYLOAD_LEN(EP0, 0);
                break;
            }

            default:
            {
                /* Setup error, stall the device */
                USBD_SetStall(EP0);
                USBD_SetStall(EP1);
                break;
            }
        }
    }
}
```

3 軟體與硬體環境

- **軟體環境**
  - BSP 版本
    - NUC123 Series BSP CMSIS V3.01.001
  - IDE 版本
    - Keil uVersion 5.26
  - 測試軟體
    - 終端視窗軟體，例如 putty(https://www.putty.org/)。
    - Bus Hound(http://www.perisoft.net/bushound/)
- **硬體環境**
  - 電路元件
    - NuTiny-EVB-NUC123-LQFP64 v1.0 C
    - USB mini USB cable
    - USB-UART TTL
  - 示意圖



4 目錄資訊

- EC_NUC123_USBD_HID_Vendor_Command_V1.00
  - Library — Sample code header and source files
    - CMSIS — Cortex® Microcontroller Software Interface Standard (CMSIS) by Arm® Corp.
    - Device — CMSIS compliant device header file
    - StdDriver — All peripheral driver header and source files
  - SampleCode
    - ExampleCode — Source file of example code
      - KEIL — KEIL project file

5 如何執行範例程式

1. 根據目錄資訊章節進入 ExampleCode 路徑中的 KEIL 資料夾，雙擊 NUC123_USBD_HID_Vendor_Command.uvproj。
2. 進入編譯模式介面
   a. 編譯
   b. 下載代碼至記憶體
   c. 進入 / 離開除錯模式
3. 進入除錯模式介面
   a. 執行代碼，可按下 RESET 鍵直接執行，並從 Console 視窗觀察結果。

6 修訂紀錄

Date	Revision	Description
Aug. 1, 2019	1.00	1. 初始發佈.