

HID 报表描述符分析及编辑工具介绍

子曰：“时光飞逝，岁月如梭啊”，一眨眼功夫，五一小长假就这么且行且远了，而且离 Kinetis KL25 USB 例程指南一进阶篇上线都已经十多天啊，俗话说得好，打铁要趁热，今天咱们就 USB HID 中最复杂、涉及内容最多的报表描述符，好好跟大伙揉开了，捏碎了，细细的聊上一聊。由于 HID 协议就有 70 来页，再加上 HID 用途表又有 170 多页。如果逐个介绍的话，那工作量大了去啊，再说也没必要完全掌握，咱们的原则是用到什么，学什么，绝对经济又环保。所以在本文中只摘录了其中的要点来说明，以便大伙对报表描述符有个整体的认识。闲话不说，正式开整。(⊙o⊙)哇

一个报表描述符主要是为了描述报表的结构以及用途。报表的结构主要由报表的字段（size）、数量（count）、属性（输入、输出等）决定，而报表的用途则由 HID 用途表文档规定。下面我们还是从 Kinetis KL25 USB 例程指南一进阶篇中的 USB 鼠标的报表描述符入手，分析报表描述符中各项的含义，并介绍 HID 用途表中的要点。

```
=====
;HID Reports Descriptor  报表描述符
=====
DB 0x05, 1      ; Usage Page (1: Generic Desktop)
DB 0x09, 2      ; Usage (2: Mouse) 表示报表定义的是HID鼠标
  DB 0xA1, 1     ; Collection (1: Application) =====集合开始
    DB 0x09, 1   ; Usage (1: Pointer)
      DB 0xA1, 0 ; Collection (0: Physical)
        DB 0x05, 9 ; USAGE_PAGE (Button)
        DB 0x19, 1 ; Usage Minimum (1)
        DB 0x29, 3 ; Usage Maximum (3)
        DB 0x15, 0 ; Logical Minimum (0)
        DB 0x25, 1 ; Logical Maximum (1)
        DB 0x95, 3 ; Report Count (3)
        DB 0x75, 1 ; Report Size (1)
        DB 0x81, 2 ; Input (Data, Variable, Absolute)
          ;
        DB 0x95, 1 ; Report Count (1)
        DB 0x75, 5 ; Report Size (5),
        DB 0x81, 1 ; Input (Constant)
          ;
      DB 0x05, 1 ; USAGE_PAGE (Generic Desktop)
```

```
DB 0x09, 30 ; USAGE (X)
DB 0x09, 31 ; USAGE (Y)
DB 0x09, 38 ; USAGE (Wheel)
DB 0x15, 81 ; LOGICAL_MINIMUM (-127)
DB 0x25, 7f ; LOGICAL_MAXIMUM (127)
DB 0x75, 8 ; REPORT_SIZE (8)
DB 0x95, 3 ; REPORT_COUNT (3)
DB 0x81, 6 ; INPUT (Data, Variable, Relative)

DB 0xC0
DB 0xC0 ; End_Collection ===== 集合结束
```

➤ 用途 ID (Usage ID) 和用途页 ID (Usage Page ID)

以上文的报表描述符为例，需要一个用途为 Mouse 的最外层应用集合。通过查看 HID 用途表，知道在 Generic Desktop Page (0x01) 中有一个用途类型为 CA 的 Mouse (0x02) 用途，因此在 USB 鼠标报表描述符中，开头就先指定了使用用途页 Generic Desktop Page (0x01)，然后又指定了该用途页下的 Mouse (0x02) 用途，接着使用开集合的主条目打开一个应用集合，如下所示。

```
DB 0x05, 1 ; Usage Page (1: Generic Desktop)
DB 0x09, 2 ; Usage (2: Mouse) 表示报表定义的是HID鼠标
DB 0xA1, 1 ; Collection (1: Application) =====集合开始
```

读到这里，我想大家会对前段红色加粗所标示出的名词具体所代表的意义疑问重重吧，不急，让我细细道来。

用途页 ID (Usage Page ID) 用途 ID (Usage ID) 就像论文的大标题和小标题一样，大标题着眼于研究领域的划分，而小标题则着眼于该领域中具体分支的介绍，让读者一看题目，就能大致了解论文描述的内容。而在描述符中，要指定 Input、Output 或 Feature 项目定义的数据域功能时，就需要指定对应的用途页以及用途。指定用途有两种方法：可以一个个的用 Usage 去指定（如 USB 鼠标中对 X、Y 以及滚轮的用途指定），也可以指定用途最小值和用途的最大值（如 USB 鼠标中对按键的用途指定）。这样，每个数据域就会分配到对应的用途。但是这里有一个例外，那就是用途类型 (Usage Type) 为 Sel (Selectors) 的用途 ID，它的数据域属性为 Nary (数组)。一个 Nary 可以有一个或者多个元素，每个元素都具有相同的用途。当对一个属性为 Nary 的数据域指定用用途最小值和用途最大值时，并不是将这些数据域分别分配为这些用途，而是这些数据域的每个数组元素的返回值可以在这些

用途中选择。键盘中的普通键就是这种情况，HID 用途表中规定了这些普通键的 Usage ID 类型 Sel 的。注意：HID 用途表文档列出了各式的用途页，并在每个用途页下都规定了很多的用途，切记用途页和用途不可随意使用。

HID 用途表文档还规定了用途的类型，总共 3 种，分为：集合（Collections）、控制（Controls）、数据（Data），上段中提到的 Sel 是数据中一种，而 CA 则为集合的一种，具体分类请参考 HID 用途表文档。集合与控制、数据的用法区别，已经在 HID 用途表中标示出来啊（如图 1）。至于控制和数据的差异，个人意见是两者着眼于 Input、Output 或 Feature 项目定义的数据域的不同位域，一个用于说明数据域的属性，另一个则用于说明数据域的类型（如表 1），感觉没什么可比性，所以只好乖乖的遵守 HID 用途表文档中的分类了。

Usage ID	Usage Name	Usage Type	Section
00	Undefined		
01	Pointer	CP	4.1
02	Mouse	CA	4.1
03	Reserved		
04	Joystick	CA	4.1
05	Game Pad	CA	4.1
06	Keyboard	CA	4.1
07	Keypad	CA	4.1
08	Multi-axis Controller	CA	4.1
09-2F	Reserved		
30	X	DV	4.2
31	Y	DV	4.2
32	Z	DV	4.2
33	Rx	DV	4.2
34	Ry	DV	4.2
35	Rz	DV	4.2
36	Slider	DV	4.3
37	Dial	DV	4.3
38	Wheel	DV	4.3

黑体标示的用途后面需要紧跟集合的定义

未用黑体标示的用途用来定义其对应的数据域是作为数据用还是控制用

图 1

表 1

数据字段			含义说明
位	值	名称	
0	0	Data	数据：表示项目的内容是可更改的（读/写）。
	1	Constant	常数：表示项目的内容是不可更改的（只读）。
1	0	Array	数组：报表全部控制的状态。如在键盘报表中每一个键在报表中占一位，报表传输全部键的状态，可以同时按下任意多个键。
	1	Variable	变量：报表作用中的控制。如在键盘报表中只报表按下的键的编号，可以同时按下的键的数目等于报表的计数（ Global 类项目 Report Count ）
2	0	Absolute	绝对：表示数值以一个固定值为基准。游戏杆通常是报表绝对数据（游戏杆目前的位置）。
	1	Relative	相对：表示数据的改变以上一个读数为基准。鼠标通常是报表相对数据（鼠标的移动位置）。
3 ①	0	No Wrap	如果设置为 1 表示回转，当数值超过最小值到最大值的范围时将回转，如果最小值是 0 而最大值是 10 ，超过最大值的下一个数值是 0 。
	1	Wrap	
4 ①	0	Linear	线形：表示测量的数据与报表的数据有线性的关系。
	1	Non-Linear	非线性：表示测量的数据与报表的数据没有线性的关系。
5 ①	0	Preferred	优选状态：表示控制在没有用户交互时会回到一个特定的状态。如按钮就有优选状态，在无操作时保持未按下的状态。
	1	Non-Preferred	非优选状态：它维持在上一个用户选择的状态。如交替的开关就没有优选状态。
6 ①	0	No Null Position	无空状态位置：表示控制永远在传送有效的数据。
	1	Null State	空状态：表示控制支持一个没有传送有效数据的状态。如操纵杆可能具有一个多方向的按钮开关，在没有按下时在空状态，这时控制将传送一个在 Logical Minimum 与 Logical Maximum 范围之外的数值来表示它在空状态。
7 ②	0	Non-Volatile	不可变的：表示设备只有在主机请求时才改变数值。当主机传送一个报表并且不要改变不可变项目时，如果该项目是定义成相对（ Relative ）的，数值 0 表示不改变数据，如果不可变项目是定义成绝对（ Absolute ）的，超出范围外的数值则表示不改变数据。
	1	Volatile	可变的：表示设备可以自己改变数值，并不是必须主机传送报表要求给设备来改变数值。例如设备控制面板可以由主机软件传送

			一个报表给设备，也可以由用户自己按设备上的实际按钮。
8 ①	0	Bit Field	位字段：表示每一个位或是一个字节内的一组位可以代表一份数据。
	1	Buffered Bytes	缓冲字节：表示信息包含一个或多个字节，缓冲字节的报表大小必须是 8。
9~31 位			保留

注：①：该位不能应用到数组。

②：只应用于 Output 和 Feature 项目，对于 Input 项目该位保留。

➤ 完成集合内的各用途 ID（Usage ID）及对应数据域指定

DB 0x09, 1	; Usage (1: Pointer)
DB 0x01, 0	; Collection (0: Physical)
DB 0x05, 9	; USAGE_PAGE (Button)
DB 0x19, 1	; Usage Minimum (1)
DB 0x29, 3	; Usage Maximum (3)
DB 0x15, 0	; Logical Minimum (0)
DB 0x25, 1	; Logical Maximum (1)
DB 0x95, 3	; Report Count (3)
DB 0x75, 1	; Report Size (1)
DB 0x81, 2	; Input (Data, Variable, Absolute)
;	
DB 0x95, 1	; Report Count (1)
DB 0x75, 5	; Report Size (5),
DB 0x81, 1	; Input (Constant)
;	
DB 0x05, 1	; USAGE_PAGE (Generic Desktop)
DB 0x09, 30	; USAGE (X)
DB 0x09, 31	; USAGE (Y)
DB 0x09, 38	; USAGE (Wheel)
DB 0x15, 81	; LOGICAL_MINIMUM (-127)
DB 0x25, 7f	; LOGICAL_MAXIMUM (127)
DB 0x75, 8	; REPORT_SIZE (8)
DB 0x95, 3	; REPORT_COUNT (3)
DB 0x81, 6	; INPUT (Data, Variable, Relative)

在指定了 Mouse（0x02）用途，并打开了一个应用集合后，这样系统软件在分析此报表描述符时，就知道最外层的一个应用集合是用作鼠标的，操作系统就会增加一个 HID 鼠标设备。接着在该应用集合中，增加一个用途为 Point 的物理集合。Point 也是 Generic Desktop Page 中的一个开物理集合的用途，是指针设备集合。由于鼠标上有三个按键，因此需要用到按键（Button）的功能。在 HID 用途表中，专门一个按键页：Button Page（0x09），选择了按键用途 1~3，分别为左键、右键、中键。另外，鼠标还有 X 轴、Y 轴以及滚轮，这些用途在 Generic Desktop 页中定义的，所以接着又切换到了 Generic Desktop 页，将三个宽度为 8 位的数据段分别定义为 X 轴、Y 轴、滚轮。

➤ 关闭集合

DB 0xC0		
DB 0xC0	; End_Collection =====	集合结束

最后，使用关闭集合的主条目将两个集合关闭。这样，一个 USB 鼠标的 HID 报表符就构造好了

呕心建议：请大伙最好对照着 HID 用途表来阅读上文。

HID 描述符工具

在 www.usb.org 网站上，还提供了一个 HID 描述符编辑工具，称作 HID Descriptor Tool，其执行程序为 DT.exe，可提供编撰报表描述符之用。

执行 DT.exe 后会出现如图 2 所示的窗口，窗口左侧的 HID Items 列出了所有报告描述符的标签。以前面所举的 USB 鼠标的报表描述符为例，首先，点击[USAGE_PAGE]，后会出现一个次窗口列出所有的 Usage Page 的选项，选择[Generic Desktop]，并按[OK]后则次窗口消失，DT 的主窗口中的右边小内窗口 Report Descriptor 就出现 Usage Page(Generic Desktop)并跟随着该项目的编码 05 01（低字节在左边），也就是说该工具可以帮助作自动编码的工作。程序员只要输入项目的卷标和内容，则可以由这个工具软件提供报告描述符的程序代码。接着，当点选第二个项目[USAGE]时，DT 软件会根据前面的编签 Usage Page 的内容 Generic Desktop，而产生一个次窗口列出 Generic Desktop 包含的所有 Usage 选项。同样道理，当选完 Usage Page(Mouse)后，再要编撰 Collection 时，所出现的次窗口出现 Collection 所有类型，选择 Application，按 OK 后次窗口消失。其他项目的编撰以此类推。

在主窗口下，点选下拉选项[File]中的[Info]，则会出现讯息窗口，告知编撰的描述符中项目的个数和描述符长度所需字节的数目。编撰报告描述符完成后，还要做语法检验，这时点选下拉选项[Parse Descriptor]，则 DT 软件会告知检查的结果，并提供错误原因与更改的建议。

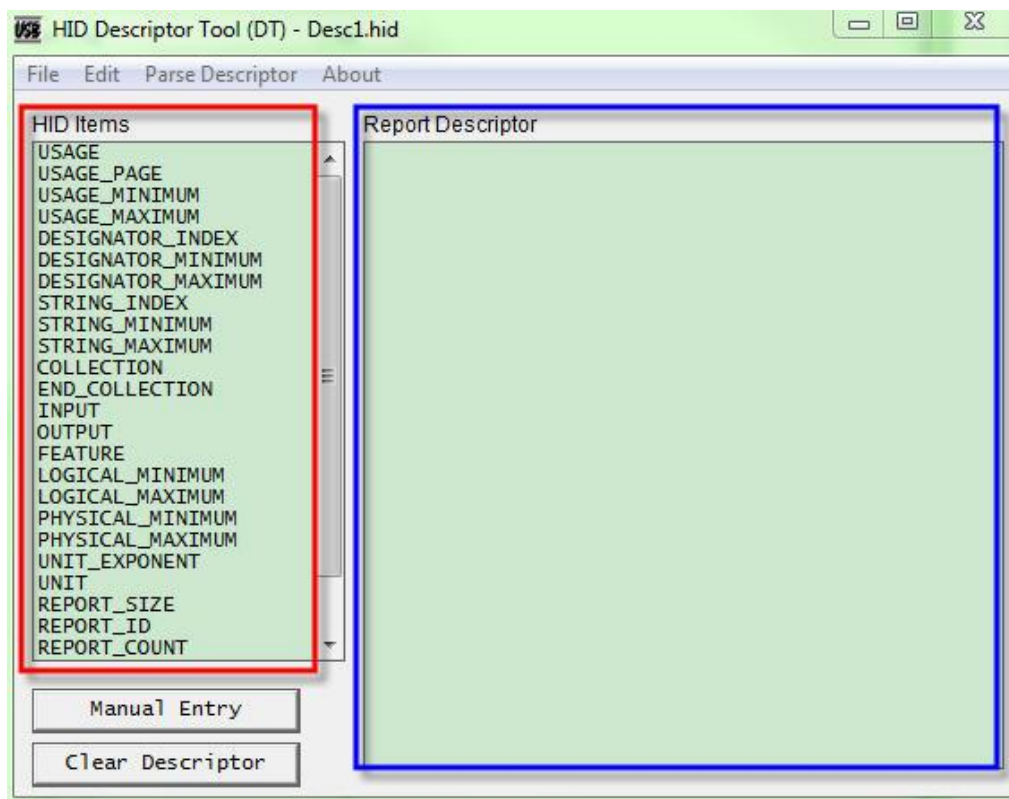


图 2