

Thiết bị giao diện người USB

Từ OSDev Wiki

USB Human Interface Devices (HID) là những thiết bị, giống như tên gợi ý, cho phép một giao diện cho phép con người tương tác với máy tính. Các ví dụ phổ biến bao gồm chuột USB, bàn phím USB, cần điều khiển USB và các thiết bị tương tự khác. Giao thức được sử dụng bởi các thiết bị USB HID được xác định trong thông số kỹ thuật USB HID. Một số chipset hỗ trợ mô phỏng bàn phím và chuột USB như thiết bị PS/2 tiêu chuẩn, nhưng nhiều chipset thì không. Do đó, trình điều khiển USB HID là cần thiết trong một số PC có thể hoàn toàn không có cổng PS/2.

nội dung

- 1 giao thức
 - 1.1 Phát hiện thiết bị HID
 - 1.2 yêu cầu "SetProtocol"
 - 1.3 Yêu cầu "Nhận báo cáo"
 - 1.4 Điểm cuối ngắn
- 2 bàn phím USB
 - 2.1 Định dạng báo cáo
 - 2.2 Cơ chế bấm phím
 - 2.3 Tự động lặp lại
 - 2.4 đèn LED
- 3 chuột USB
 - 3.1 Định dạng báo cáo
- 4 Giao thức báo cáo USB
 - 4.1 Mã quốc gia
 - 4.2 Mô tả báo cáo
 - 4.2.1 Mục ngắn
 - 4.2.2 Mục dài
 - 4.3 Phân tích cú pháp
 - 4.4 Mô tả vật lý
- 5 Xem thêm
 - 5.1 Bài viết
 - 5.2 Liên kết ngoài

giao thức

Các thiết bị USB HID chủ yếu dựa trên hai giao thức: giao thức báo cáo và giao thức khởi động. Báo cáo là một cấu trúc dữ liệu được gửi đến máy chủ từ thiết bị hoặc cũng có thể được gửi từ máy chủ đến thiết bị. Khi một thiết bị gửi báo cáo đến máy chủ, nó thường chứa thông tin thay đổi trạng thái, chẳng hạn như nhấn phím, di chuyển chuột, v.v. Khi máy chủ gửi báo cáo đến thiết bị, nó thường chứa các lệnh để định cấu hình thiết bị, chẳng hạn như cài đặt đèn LED trên bàn phím chẳng hạn. Giao thức này tất nhiên phụ thuộc vào khuôn khổ USB tiêu chuẩn. Các thiết bị USB HID giao tiếp bằng cách truyền gián đoạn, vì không phải lúc nào chúng cũng truyền dữ liệu, nhưng khi thực hiện, chúng yêu cầu phản hồi rất nhanh từ phần mềm cũng như dữ liệu được truyền thường nhỏ. Báo cáo thường có hai loại, tùy thuộc vào loại giao thức. Các giao thức báo cáo dựa trên khái niệm "mục" và cấu trúc của

chúng được xác định trong phần mô tả báo cáo. Giao thức khởi động đơn giản hơn nhiều và tuân theo các cấu trúc tiêu chuẩn dành cho chuột và bàn phím. Để đơn giản, bài viết này sẽ chỉ thảo luận về giao thức khởi động, ít nhất là bây giờ.

Phát hiện thiết bị HID

Các thiết bị HID có các giá trị llop/llop con của cả hai số 0 trong bộ mô tả thiết bị của chúng và thay vào đó có các giá trị llop/llop con hợp lệ trong bộ mô tả giao diện của chúng. Hãy nhớ rằng các bộ mô tả giao diện không thể được yêu cầu theo cách thủ công và phải được mua cùng với các bộ mô tả cấu hình và điểm cuối. Giá trị llop xác định thiết bị HID trong bộ mô tả giao diện là 3. Giá trị llop con trong bộ mô tả giao diện có thể là 1 để cho biết thiết bị hỗ trợ giao thức khởi động hoặc bằng 0 để cho biết thiết bị chỉ hỗ trợ giao thức báo cáo. Trường giao thức trong bộ mô tả giao diện cũng xác định đó là chuột hay bàn phím. Cụ thể, 1 cho biết thiết bị HID là bàn phím, trong khi 2 cho biết thiết bị HID là chuột.

Yêu cầu "SetProtocol"

Giả sử thiết bị USB HID hỗ trợ giao thức khởi động, như đã giải thích trong phần trên, trong đó có giá trị llop là 3 và giá trị llop phụ là 1, phần mềm trình điều khiển có thể chọn giao thức để sử dụng. Nó sử dụng yêu cầu "SetProtocol" để báo cho thiết bị biết nó muốn sử dụng giao thức báo cáo hay giao thức khởi động. Để đơn giản, bây giờ bài viết này sẽ chỉ mô tả giao thức khởi động. Để gửi yêu cầu "SetProtocol", phần mềm sẽ gửi giao dịch SETUP thông thường đến điểm cuối điều khiển của thiết bị bằng 0. Loại yêu cầu của gói CÀI ĐẶT sẽ chứa 0x21, mã yêu cầu cho "SetProtocol" là 0x0B và trường giá trị của gói CÀI ĐẶT phải chứa 0 để biểu thị giao thức khởi động hoặc 1 để biểu thị giao thức báo cáo. Cả hai trường chỉ mục và độ dài đều phải bằng 0, vì chỉ mục không được sử dụng và yêu cầu này không có gai đoạn dữ liệu. Lệnh này chỉ được hỗ trợ trên thiết bị hoàn toàn hỗ trợ giao thức khởi động. Sau khi lệnh này đã được sử dụng, tất cả các báo cáo được gửi từ thiết bị đến máy chủ sẽ là báo cáo khởi động hoặc báo cáo thông thường, tùy thuộc vào loại phần mềm yêu cầu.

Yêu cầu "Nhận báo cáo"

Phần mềm có thể yêu cầu báo cáo từ thiết bị USB bằng cách sử dụng điểm cuối điều khiển và gói SETUP thông thường. Loại yêu cầu của gói CÀI ĐẶT sẽ chứa 0xA1, mã yêu cầu cho "GetReport" là 1, trường "giá trị" của gói CÀI ĐẶT sẽ chứa 0x0100, để yêu cầu gói đầu vào có ID bằng 0 và trường độ dài sẽ là độ dài của dữ liệu gai đoạn chủ nhà mong muốn nhận được. Gói SETUP phải được gửi đến điểm cuối 0 của thiết bị (điểm cuối điều khiển.) Đôi với bàn phím, gai đoạn dữ liệu thường là 8 byte, trong khi đối với chuột, gai đoạn dữ liệu có 3 byte đầu tiên ở định dạng tiêu chuẩn, trong khi phần còn lại có thể được sử dụng bởi các tính năng dành riêng cho thiết bị. Bạn chỉ nên nhận báo cáo theo cách này để kiểm tra xem quá trình khởi tạo thiết bị đã hoàn tất thành công hay chưa, và "GetReport" không nên sử dụng yêu cầu để thăm dò thiết bị HID để tìm các thay đổi, vì các gai đoạn THIẾT LẬP và TÌNH TRẠNG lãng phí quá nhiều thời gian. Thay vào đó, phần mềm nên thăm dò HID bằng cách sử dụng truyền gián đoạn, sử dụng điểm cuối IN ngắn.

Ngắt điểm cuối

Thông thường, HID nên báo cáo cho phần mềm bằng cách sử dụng truyền gián đoạn và phần mềm đó thường nên tránh yêu cầu "GetReport" được đề cập ở trên. Phần mềm trình điều khiển sẽ yêu cầu bộ mô tả cấu hình cho thiết bị HID. Một thiết bị HID phải hỗ trợ ít nhất một cấu hình. Sau đó, phần mềm sẽ quét các bộ mô tả điểm cuối, tìm kiếm bộ mô tả cho biết loại "IN ngắn", là điểm cuối gửi dữ liệu thiết bị đến máy chủ bằng cách sử dụng truyền ngắn. Phần mềm phải lưu ID 4 bit của điểm cuối, cũng như khoảng thời gian 8 bit của điểm cuối. Giá trị khoảng thời gian mã hóa thời gian tính bằng mili giây (ms) trong khoảng thời gian mà phần mềm sẽ thăm dò gói báo cáo một lần. Ví dụ: nếu giá trị khoảng thời gian là 8, phần mềm sẽ yêu cầu báo cáo từ thiết bị cứ sau 8 ms. Nếu phần mềm yêu cầu báo cáo quá sớm, chẳng hạn như sau 6 ms, thiết bị có thể gửi cùng một gói như trước hoặc có thể không gửi bất kỳ

thứ gì và thay vào đó trả về NAK. Nếu phần mềm yêu cầu báo cáo sau khoảng thời gian, chẳng hạn như 9 ms, thì thiết bị sẽ gửi gói tin mới. Phần mềm liên tục thăm dò các thiết bị USB HID bằng phương pháp được mô tả này. Đây cũng là một cơ hội tốt để tối ưu hóa mã USB của bạn, vì các chức năng thăm dò sẽ được chạy hàng trăm lần mỗi giây. Cụ thể trong Bochs, giá trị khoảng thời gian của chuột USB là 10 mili giây và vì vậy phần mềm thăm dò thiết bị USB 100 lần mỗi giây.

bàn phím USB

Bàn phím USB giao tiếp với phần mềm bằng báo cáo, giống như các thiết bị HID khác. Bàn phím USB được phát hiện bằng cách có mã lớp là 3 và giá trị giao thức là 1, trong bộ mô tả giao diện. Tôi sẽ mô tả giao thức khởi động ở đây, vì mục đích đơn giản, ít nhất là bây giờ.

Định dạng báo cáo

Báo cáo này phải được yêu cầu bởi phần mềm bằng cách sử dụng truyền gián đoạn mỗi mili giây một lần và khoảng thời gian này được xác định trong bộ mô tả ngắt IN của bàn phím USB. Báo cáo bàn phím USB có thể có kích thước lên tới 8 byte, mặc dù không phải tất cả các byte này đều được sử dụng và bạn có thể triển khai triển khai đúng chỉ bằng cách sử dụng ba hoặc bốn byte đầu tiên (và đây là cách tôi thực hiện.) Chỉ để hoàn thành tuy nhiên mình sẽ mô tả đầy đủ cơ chế report của bàn phím. Lưu ý rằng cấu trúc báo cáo được xác định bên dưới chỉ áp dụng cho giao thức khởi động.

Bù lại	Kích cỡ	Sự miêu tả
0	byte	Trạng thái phím hỗ trợ.
1	byte	lĩnh vực dành riêng.
2	byte	Nhấn phím số 1.
3	byte	Nhấn phím số 2.
4	byte	Nhấn phím số 3.
5	byte	Nhấn phím số 4.
6	byte	Nhấn phím số 5.
7	byte	Nhấn phím số 6.

Trạng thái phím hỗ trợ: Byte này là một trường bit, trong đó mỗi bit tương ứng với một khóa hỗ trợ cụ thể. Khi một bit được đặt thành 1, phím hỗ trợ tương ứng sẽ được nhấn. Không giống như bàn phím PS/2, bàn phím USB không có "mã quét" cho các phím hỗ trợ. Cấu trúc bit của byte này là:

Chút	Độ dài bit	Sự miêu tả
0	1	Ctrl trái.
1	1	Dịch trái.
2	1	Phím Alt trái.
3	1	GUI bên trái (Phím Windows/Super.)
4	1	Ctrl phải.
5	1	Dịch Chuyển Phải.
6	1	Alt bên phải.
7	1	GUI bên phải (Windows/Super key.)

Khi phần mềm nhận được một ngắt và, ví dụ, một trong các phím hỗ trợ Shift được đặt thành 1, phần mềm nên sử dụng bảng mã quét để sửa đổi dịch chuyển để lấy khóa từ mã quét.

Trường dành riêng: Byte này được dành riêng bởi thông số USB HID và do đó phần mềm sẽ bỏ qua nó.

Các trường nhấn phím: Một báo cáo bàn phím có thể cho biết tối đa 6 lần nhấn phím. Tất cả các giá trị này đều là giá trị 8 bit không dấu (không giống mã quét PS/2, phần lớn là 7 bit) cho biết phím đang được nhấn. Tham chiếu về bảng chuyển đổi mã quét USB sang ký tự ASCII nằm ở cuối bài viết.

Cơ chế bấm phím

Bàn phím USB gửi ngắt khi một phím được nhấn hoặc nhả, giống như bàn phím PS/2. Tuy nhiên, không giống như bàn phím PS/2, bàn phím USB không có khái niệm về mã quét "tạo" và "phá vỡ". Khi người dùng nhấn một phím, ngắt sẽ xuất hiện với giá trị mã quét trong một trong các trường nhấn phím. Khi một phím được giải phóng, trường nhấn phím tương ứng được trả về 0 trong gói tiếp theo. Để minh họa điều này rõ ràng hơn và để minh họa tại sao có nhiều hơn một trường mã quét nhấn phím, chúng ta hãy xem các ví dụ sau. Giả sử người dùng đã nhấn phím "A", đó là mã quét 0x04. Gói ngắt được trả về sẽ trông như thế này:

```
00 00 04 00 00 00 00 00
```

Lưu ý rằng các phím hỗ trợ bằng 0, vì người dùng không nhấn bất kỳ phím nào. Trường dành riêng cũng bằng 0, theo khuyến nghị của thông số kỹ thuật USB HID. Trường nhấn phím đầu tiên chứa 0x04, tương ứng với phím "A". Bây giờ, giả sử người dùng bỏ phím "A". Các gói được gửi sẽ giống như:

```
00 00 00 00 00 00 00 00
```

Bây giờ, giả sử người dùng đã nhấn phím "A", sau đó nhấn phím "B" (mã quét 0x05) mà không buông phím "A":

```
00 00 04 05 00 00 00 00
```

Lưu ý cách một gói ngắt có khả năng chuyển hai lần nhấn phím cùng nhau. Bây giờ, giả sử người dùng nhấn phím "C" (mã quét 0x06) mà không buông phím "A" hoặc "B":

```
00 00 04 05 06 00 00 00
```

Bây giờ nếu người dùng bỏ phím "A" nhưng vẫn nhấn phím "B" và "C" thì sao? Bàn phím sẽ chỉ ra rằng "A" không còn được nhấn nữa và "B" và "C" sẽ di chuyển về phía đầu của gói:

```
00 00 05 06 00 00 00 00
```

Như có thể thấy rõ ràng bây giờ, bàn phím USB trả về các mã quét theo thứ tự mã nào được nhấn trước. Như vậy, nếu trường nhấn phím đầu tiên bằng 0, thì không có phím nào gửi mã quét đang được nhấn. Nếu nó không bằng 0, phần mềm có thể kiểm tra các trường tiếp theo để xem liệu một phím khác có đang được nhấn hay không.

Khái niệm về các phím hỗ trợ có lẽ đã rõ ràng, nhưng để hoàn thiện, hãy giả sử người dùng đã nhấn phím shift trái bằng phím "X" (mã quét 0x1B). Gói ngắt được gửi sẽ chứa:

```
02 00 1B 00 00 00 00 00
```

Lưu ý rằng bit 1 (giá trị 0x02) của trường bộ trợ được đặt, để cho biết rằng phím shift trái đang được nhấn.

Ngoài ra còn có một "điều kiện ảo" mà bạn có thể coi là tràn. Gói bàn phím USB có thể cho biết tối đa 6 lần nhấn phím trong một lần truyền, nhưng hãy tưởng tượng ai đó làm rơi bàn phím của họ và hơn 6 phím được nhấn trong một lần. Bàn phím sẽ chuyển sang trạng thái ảo, trong đó tất cả các phím được báo cáo sẽ có mã quét không hợp lệ 0x01. Tuy nhiên, các phím bộ trợ vẫn sẽ được báo cáo. Hãy tưởng tượng rằng 8 phím (hoặc bất kỳ số ngẫu nhiên nào nhiều hơn 6) đang được nhấn và phím shift phải cũng đang được nhấn. Các gói được gửi sẽ giống như:

```
20 00 01 01 01 01 01 01
```

Lưu ý rằng các phím bộ trợ vẫn đang được chỉ định, nhưng tất cả các mã quét thực tế đều trả về tình trạng ảo. Có các mã quét đặc biệt khác ngoài tình trạng ảo: 0x00 cho biết không có mã quét và không có phím nào được nhấn, 0x01 cho biết tình trạng ảo mà chúng tôi vừa giải thích, 0x02 cho biết quá trình tự kiểm tra của bàn phím không thành công và 0x03 cho biết đã xảy ra lỗi không xác định. Bắt đầu từ 0x04, mã quét hợp lệ và tương ứng với các khóa "thực". IMHO, trình điều khiển thiết bị nên bỏ qua tình trạng bóng ma nếu nó xảy ra.

Tự động lặp lại

Một điều khiển bàn phím USB trở nên khó khăn là không có cơ chế tự động lặp lại và độ trễ tự động lặp lại trong phần cứng; điều này phải được thực hiện hoàn toàn trong phần mềm, không giống như bàn phím PS/2. Ví dụ: độ trễ tự động lặp lại là 500 mili giây và tốc độ tự động lặp lại là 10 ký tự mỗi giây, khi phần mềm nhận biết rằng một phím nào đó đang được nhấn mà không được nhả ra liên tục, nó sẽ bỏ qua tất cả các lần nhấn phím ngoại trừ phím đầu tiên trong 500 mili giây (hoặc bất kỳ độ trễ tự động lặp lại nào bạn muốn), và nếu hết thời gian này mà phím vẫn được nhấn, trình điều khiển sẽ báo cáo 10 lần nhấn phím cứ sau 1 giây hoặc bất kỳ tốc độ tự động lặp lại nào bạn muốn. Điều này sẽ làm cho người dùng cảm thấy tự nhiên, giống như khi bạn nhấn và giữ một phím; phím đầu tiên xuất hiện trên màn hình, máy tính sẽ đợi một khoảng thời gian ngắn,

đèn LED

Đèn LED cũng được xử lý trong phần mềm và theo phần cứng, NumLock, CapsLock và ScrollLock là các phím bình thường gửi mã quét bình thường. Người lái xe chịu trách nhiệm điều khiển đèn LED khi một trong các phím này được nhấn.

Để đặt đèn LED, trình điều khiển sẽ gửi yêu cầu SetReport tới thiết bị bằng cách sử dụng Giao dịch thiết lập USB tiêu chuẩn, với giao đoạn dữ liệu một byte. Loại yêu cầu của gói thiết lập phải chứa 0x21, mã yêu cầu cho SetReport là 0x09. Trường giá trị của gói thiết lập chứa ID báo cáo ở byte thấp, giá trị này phải bằng không. Byte cao chứa loại báo cáo, phải là 0x02 để biểu thị báo cáo đầu ra hoặc báo cáo đang được gửi từ phần mềm đến phần cứng. Trường chỉ mục phải chứa số giao diện của bàn phím USB, là số có trong bộ mô tả giao diện cho biết thiết bị này hoàn toàn là bàn phím USB. Giao đoạn dữ liệu phải là 1 byte, là một bitfield. Giao dịch thiết lập này sẽ được chuyển đến điểm cuối kiểm soát số 0, điểm này sẽ hoạt động trên tất cả phần cứng. Phần cứng khác có thể hoặc không hỗ trợ điểm cuối OUT ngắt tùy chọn. Nếu phần cứng hỗ trợ điểm cuối OUT ngắt, bạn chỉ có thể chuyển giao đoạn dữ liệu 1 byte sang điểm cuối OUT ngắt mà không phải trả thêm phí cho giao đoạn SETUP và giao đoạn STATUS. Nếu phần cứng hỗ trợ điểm cuối OUT ngắt, bạn nên tránh điểm cuối điều khiển khi có thể, vì điểm cuối OUT ngắt nhanh hơn và có thể được lập trình với quá trình truyền ngắt thay vì truyền thiết lập. Định dạng của giao đoạn dữ liệu 1 byte (đối với giao dịch SETUP) hoặc chuyển OUT ngắt 1 byte được hiển thị bên dưới. Khi một bit được đặt thành 1, đèn LED tương ứng sẽ được bật, mà không cần thêm chi phí cho giao đoạn THIẾT LẬP và giao đoạn TÌNH TRẠNG. Nếu phần cứng hỗ trợ điểm cuối OUT ngắt, bạn nên tránh điểm cuối điều khiển khi có thể, vì

điểm cuối OUT ngắn nhanh hơn và có thể được lập trình với quá trình truyền ngắn thay vì truyền thiết lập. Định dạng của giao đoạn dữ liệu 1 byte (đối với giao dịch SETUP) hoặc chuyển OUT ngắn 1 byte được hiển thị bên dưới. Khi một bit được đặt thành 1, đèn LED tương ứng sẽ được bật, mà không cần thêm chi phí cho giao đoạn THIẾT LẬP và giao đoạn TÌNH TRẠNG. Nếu phần cứng hỗ trợ điểm cuối OUT ngắn, bạn nên tránh điểm cuối điều khiển khi có thể, vì điểm cuối OUT ngắn nhanh hơn và có thể được lập trình với quá trình truyền ngắn thay vì truyền thiết lập. Định dạng của giao đoạn dữ liệu 1 byte (đối với giao dịch SETUP) hoặc chuyển OUT ngắn 1 byte được hiển thị bên dưới. Khi một bit được đặt thành 1, đèn LED tương ứng sẽ được bật.

Chút	Độ dài bit	Sự miêu tả
0	1	Khóa số.
1	1	Phím Caps Lock.
2	1	Khóa cuộn.
3	1	Soạn, biên soạn.
4	1	Kana.
5	3	Dành riêng, phải bằng không.

chuột USB

Chuột USB, giống như bất kỳ thiết bị HID nào khác, giao tiếp với phần mềm bằng báo cáo, được gửi qua điểm cuối ngắn hoặc có thể được yêu cầu thủ công với yêu cầu "GetReport". Chuột USB có giá trị giao thức là 2 trong bộ mô tả giao diện.

Định dạng báo cáo

Máy chủ phải yêu cầu báo cáo này bằng cách sử dụng truyền gián đoạn mỗi mili giây một lần. Khoảng thời gian được xác định trong bộ mô tả IN ngắn của thiết bị chuột USB. Chỉ có ba byte đầu tiên của báo cáo chuột USB được xác định. Các byte còn lại, nếu tồn tại, có thể được sử dụng cho các tính năng dành riêng cho thiết bị. Phần mềm chỉ có thể yêu cầu ba byte trong một lần truyền gián đoạn và điều này sẽ không gây ra lỗi ngay cả khi gói thực tế lớn hơn. Bảng bên dưới xác định định dạng báo cáo cho chuột USB hoạt động bằng giao thức khởi động.

Bù lại	Kích cỡ	Sự miêu tả
0	byte	Trạng thái nút.
1	byte	phong trào X.
2	byte	chuyển động Y.

Trạng thái nút: Byte này là một trường bit, trong đó ba bit thấp nhất là định dạng tiêu chuẩn. 5 bit còn lại có thể được sử dụng cho các mục đích cụ thể của thiết bị.

Chút	Độ dài bit	Sự miêu tả
0	1	Khi được đặt thành 1, cho biết nút chuột trái đang được nhấp.
1	1	Khi được đặt thành 1, cho biết nút chuột phải đang được nhấp.

2	1	Khi được đặt thành 1, cho biết nút chuột giữa đang được nháp.
3	5	Các bit này được dành riêng cho các tính năng dành riêng cho thiết bị.

Chuyển động X: Đây là số nguyên 8 bit có dấu đại diện cho chuyển động X. Bit 7 (giá trị 0x80) xác định dấu của giá trị. Khi giá trị này âm, chuột sẽ được di chuyển sang trái. Khi giá trị này dương, chuột sẽ được di chuyển sang phải. Lưu ý rằng không giống như chuột PS/2, giá trị chuyển động của chuột USB là số nguyên có dấu 8 bit chứ không phải số nguyên 9 bit.

Chuyển động Y: Đây cũng là một số nguyên 8 bit có dấu đại diện cho chuyển động Y. Khi giá trị này âm, chuột sẽ được di chuyển lên. Khi giá trị dương, chuột sẽ được di chuyển xuống (về phía người dùng.)

Giao thức báo cáo USB

Đây là cái phức tạp được hỗ trợ bởi tất cả các thiết bị lớp HID. Chuột, bàn phím, cần điều khiển...

Bộ mô tả giao diện sẽ chứa một bộ mô tả HID cùng với các bộ mô tả điểm cuối:

Bù lại	Cánh đồng	Kích cỡ	Kiểu	Sự miêu tả
0	chiều dài	1	Con số	Kích thước của bộ mô tả này tính bằng byte
1	bDescriptorType	1	Không thay đổi	Loại mô tả HID (0x22)
2	bcdHID	2	TCN	Số phát hành đặc tả lớp HID ở dạng thập phân được mã hóa nhị phân (nghĩa là 1.10 được biểu thị bằng 110h).
4	bMã quốc gia	1	NHẬN DẶNG	Mã quốc gia của phần cứng bản địa hóa (0 nếu không liên quan. Chủ yếu dành cho bàn phím).
5	bNumMô tả	1	Con số	Số mô tả ≥ 1
3i+6	bDescriptorType	1	Con số	Loại bộ mô tả HID
3i+7	wDescriptorChiều dài	2	Con số	Độ dài của bộ mô tả HID

Luôn có một bộ mô tả, một Bộ mô tả báo cáo, theo sau là n Bộ mô tả tùy chọn. Các loại và độ dài chỉ nằm trong một mảng ở cuối Bộ mô tả HID bao quát.

Các loại mô tả HID

Giá trị	Sự miêu tả
21h	Bộ mô tả HID
22h	Trình mô tả báo cáo
23h	Mô tả vật lý

Để biết thông tin chi tiết về các bộ mô tả này, hãy sử dụng USB GET_DESCRIPTOR tiêu chuẩn , nhưng với bộ nhận giao diện.

bmRequestType	bYêu cầu	giá trị w		w Index	chiều dài
10000001b	GET_DESCRIPTOR 6	Loại mô tả	Chỉ mục mô tả	Số giao diện	Chiều dài mô tả

Chỉ mục Bộ mô tả bằng 0 ngoại trừ Bộ mô tả Vật lý, trong đó Chỉ mục 0 sẽ liệt kê các bộ mô tả và kích thước của chúng.

Mã quốc gia

Giá trị	Quốc gia	Giá trị	Quốc gia	Giá trị	Quốc gia	Giá trị	Quốc gia	Giá trị	Quốc gia
00h	Không được hỗ trợ	08h	người Pháp	10h	Hàn Quốc	18h	Slovakia	20h	Vương quốc Anh
01h	tiếng Ả Rập	09h	tiếng Đức	11h	Người Mỹ La-tinh	19h	người Tây Ban Nha	21h	CHÚNG TA
02h	người Bỉ	0Ah	người Hy Lạp	12h	nước Hà Lan	1Ah	Thụy Điển	22h	Nam Tư
03h	Canada-Song ngữ	0Bh	tiếng Do Thái	13h	tiếng na uy	1bh	Thụy Sĩ/Pháp	23h	Thổ Nhĩ Kỳ-F
04h	Canada-Pháp	0Ch	Hungary	14h	Ba Tư	1Ch	Người Đức có gốc thủy sỹ		
05h	Cộng hòa Séc	0Dh	Quốc tế (ISO)	15h	Ba Lan	1Dh	Thụy sỹ		
06h	người Đan Mạch	0Eh	người Ý	16h	tiếng Bồ Đào Nha	1Eh	Đài Loan		
07h	Phần Lan	0Fh	Nhật Bản (Katakana)	17h	Nga	1Fh	Thổ Nhĩ Kỳ-Q		

Trình mô tả báo cáo

Đây không phải là bảng giá trị, độ dài và nội dung thay đổi theo yêu cầu.

Đó là một danh sách tuân tự các mục. Các mặt hàng có hai loại cơ bản, ngắn và dài.

Mục ngắn

Bù lại	Cánh đồng	Kích cỡ	Kiểu	Sự miêu tả
0:0	kích thước b	2 bit	liệt kê	Kích thước của dữ liệu tùy chọn theo byte
0:2	loại b	2 bit	liệt kê	Loại mô tả này

0:4	bTag	4 bit	Con số	chức năng của mặt hàng
1	Dữ liệu	kích thước b	Dữ liệu	dữ liệu mặt hàng

Lưu ý rằng trong trường hợp đặc biệt, bSize là 3 tương ứng với 4 byte.

bLoại :

Giá trị	Sự miêu tả
00h	Chủ yếu
01h	Toàn cầu
02h	Địa phương
03h	Kín đáo

Mục dài

Bù lại	Cánh đồng	Kích cỡ	Kiểu	Sự miêu tả
0:0	kích thước b	2 bit	liệt kê	Kích thước = 2
0:2	loại b	2 bit	liệt kê	Loại = 3 (Dành riêng)
0:4	bTag	4 bit	Con số	1111b - Dài
1	bAxisSize	1	Con số	Số byte dữ liệu
2	bLongItemTag	1	Con số	Thẻ mục dài
3	Dữ liệu	bAxisSize	Con số	Dữ liệu

phân tích cú pháp

Các mục của bộ mô tả báo cáo được phân tích cú pháp theo cách tuần tự. Trình phân tích cú pháp là một máy trạng thái. Một mô tả báo cáo đầy đủ có thể trông giống như thế này:

```
static const uint8_t hidReportDescriptor [ ] =
{
    0x05, 0x01, // Trang sử dụng(Màn hình chung[1])
    0x09, 0x04, // Sử dụngId(Joystick[4])
    0xA1, 0x01, // Bộ sưu tập(Ứng dụng)
    0x85, 0x01, // ReportId(1)
    0x09, 0x01, // Sử dụngId(Con trỏ[1])
    0xA1, 0x00, // Bộ sưu tập(Vật lý)
    0x09, 0x30, // Sử dụngId(X[48])
    0x09, 0x31, // Sử dụngId(Y[49])
    0x15, 0x80, // LogicalMinimum(-128)
    0x25, 0x7F, // LogicalMaximum(127)
    0x95, 0x02, // ReportCount(2)
    0x75, 0x08, // ReportSize(8)
    0x81, 0x02, // Đầu vào (Dữ liệu, Biến, Tuyệt đối, Nowrap, Tuyến tính,
    0x05, 0x09, // Trang sử dụng (Nút [9])
}
```

```

0x19 , 0x01 , // UsageIdMin(Button 1[1])
0x29 , 0x03 , // UsageIdMax(Button 3[3])
0x15 , 0x00 , // LogicalMinimum(0)
0x25 , 0x01 , // LogicalMaximum(1)
0x95 , 0x03 , // ReportCount(3)
0x75 , 0x01 , // ReportSize(1)
0x81 , 0x02 , // Input(Data, Variable, Absolute, Nowrap, Linear, Prefer)
0xC0 , // EndCollection()
0x05 , 0x02, // Trang sử dụng(Điều khiển mô phỏng[2])
0x09 , 0xBB , // Sử dụngId(Throttle[187])
0x15 , 0x80 , // LogicalMinimum(-128)
0x25 , 0x7F , // LogicalMaximum(127)
0x95 , 0x01 , // ReportCount(1)
0x75 , 0x08 , // ReportSize(8)
0x81 , 0x02 , // Input(Data, Variable, Absolute, Nowrap, Linear, Prefer)
0x75 , 0x05 , // ReportSize(5)
0x81, 0x03 , // Đầu vào (Hàng số, Biến, Tuyệt đối, Nowrap, Tuyến tính, :
0xC0 , // EndCollection()

```

Nhắc lại các kiểu mô tả.

Chính - Điều này được thêm vào cây logic. Có 5 loại phụ:

- Đầu vào - 1000 00 nn
- Đầu ra - 1001 00 nn
- Tính năng - 1011 00 nn
- Bộ sürü tập - 1010 00 nn
- Bộ sürü tập kết thúc - 1100 00 nn

Toàn cầu - Điều chỉnh máy trạng thái toàn cầu. Các mục chính mới sẽ kế thừa trạng thái này. Ví dụ, điều này hữu ích khi nhiều trực tương tự nhau.

- Trang sử dụng - 0000 01 nn
- Tối thiểu logic - 0001 01 nn
- **Tối đa logic - 0010 01 nn**
- Vật lý tối thiểu - 0011 01 nn
- Vật lý tối đa - 0100 01 nn
- Đơn vị Số mũ - 0101 01 nn
- Đơn vị - 0110 01 nn
- Kích thước Báo cáo - 0111 01 nn
- ID báo cáo - 1000 01 nn
- Số báo cáo - 1001 01 nn
- Đẩy - 1010 01 nn
- Pop - 1011 01 nn

Cục bộ - Không chuyển sang mục chính tiếp theo.

- Cách sử dụng - 0000 10 nn
- Sử dụng tối thiểu - 0001 10 nn
- Mức sử dụng tối đa - 0010 10 nn
- Chỉ mục chỉ định - 0011 10 nn

- *Người chỉ định Tối thiểu* - 0100 10 nn
- *Người chỉ định Tối đa* - 0101 10 nn
- *Chỉ mục chuỗi* - 0111 10 nn
- *Chuỗi Tối thiểu* - 1000 10 nn
- *Chuỗi tối đa* - 1001 10 nn
- *Dấu phân cách* - 1010 10 nn

Lưu ý rằng các địa phương có thể áp dụng cho nhiều điều khiển là một mục.

Mô tả vật lý

Để trích dẫn thông số kỹ thuật HID:

"Lưu ý Bộ mô tả vật lý là hoàn toàn tùy chọn. Chúng thêm độ phức tạp và mang lại rất ít lợi ích cho hầu hết các thiết bị. Tuy nhiên, một số thiết bị, đặc biệt là những thiết bị có nhiều điều khiển giống hệt nhau (ví dụ: các nút) sẽ thấy rằng Bộ mô tả vật lý giúp các ứng dụng khác nhau gán chức năng cho các điều khiển này theo cách nhất quán hơn. Bỏ qua phần sau nếu bạn không có kế hoạch hỗ trợ Bộ mô tả vật lý."

Xem thêm

Bài viết

- Xe buýt nối tiếp vạn năng

liên kết ngoại

- Thông số kỹ thuật USB HID (http://www.usb.org/developers/hidpage/HID1_11.pdf)
- Triển khai USB HID của Haiku (https://github.com/haiku/haiku/tree/master/src/add-ons/kernel/drivers/input/usb_hid)
- Bảng chuyển đổi USB scancode sang ký tự ASCII (<https://www.win.tue.nl/~aeb/linux/kbd/scancodes-14.html>)

Lấy từ "https://wiki.osdev.org/index.php?title=USB_Human_Interface_Devices&oldid=27749"

Thể loại : USB

- Trang này được sửa đổi lần cuối vào ngày 17 tháng 4 năm 2023, lúc 15:21.
- Trang này đã được truy cập 70.556 lần.