



Universal Serial Bus

Seyed Milad Farzaneh

مقدمه

➤ چرا باید از پورت USB استفاده نماییم؟

1. کاربرد راحت
2. یک رابط برای همه دستگاه ها
3. پیکربندی خودکار
4. به دور از تنظیمات کاربر
5. آزاد کردن منابع سخت افزاری برای وسایل جانبی دیگر
6. اتصال راحت
7. سادگی کابل



مقدمه

- 8. Hot pluggable
- 9. عدم احتیاج به منبع تغذیه
- 10. سرعت
- 11. قابلیت اطمینان
- 12. قیمت پایین
- 13. صرفه جویی در مصرف انرژی

مقدمه

➤ USB سه سرعت مختلف را برای BUS پشتیبانی می کند:

➤ سرعت خیلی بالا (۴۸۰ مگابیت بر ثانیه)

➤ سرعت بالا (۱۲ مگابیت بر ثانیه)

➤ سرعت پایین (۱/۵ مگابیت بر ثانیه)

➤ نرخ انتقال داده ی مفید کمتر از حد می باشد.

➤ BUS باید اطلاعات دیگری از قبیل بیت های وضعیت، کنترل و سیگنال های بررسی خطا را نیز عبور دهد.

➤ همچنین ممکن است چند وسیله جانبی از یک BUS مشترک استفاده کنند.

مقدمه

➤ ماکزیمم نرخ تئوری برای انتقال سیگنال:

➤ ۵۳ مگابایت در هر ثانیه برای سرعت خیلی بالا

➤ ۱/۲ مگابایت در هر ثانیه برای سرعت بالا

➤ ۸۰۰ بایت در هر ثانیه برای سرعت پایین

➤ قابلیت انعطاف بالا:

➤ ۴ نوع انتقال داده و ۳ سرعت مختلف آن را تبدیل به یک رابط عملی برای همه انواع وسایل جانبی کرده است.

مقدمه

اصطلاحات:

- میزبان: به کامپیوتری اطلاق می شود که رابط USB را کنترل می کند.
- فانکشن: به دستگاهی گفته می شود که توانایی ارتباط با میزبان را دارد. (ماوس یا دستگاه بلندگو)
- هاب: دستگاهی است که شامل یک یا چند کانکتور است و هر کانکتور یک پورت USB را ایجاد می کند.
- دستگاه یا وسیله ی جانبی: به وسیله ای اطلاق می شود که آن را به پورت USB موجود بر روی کامپیوتر یا هاب متصل می کنید. در تعریف رسمی به یک فانکشن یا یک هاب، دستگاه گفته می شود به استثناء دستگاه های مختلط که شامل یک هاب و یک یا چند فانکشن هستند که همانند دو یا چند دستگاه با آن رفتار می کند.

مقدمه

- هر دستگاه بر روی BUS دارای آدرس منحصر به فردی است. به جز دستگاه های مختلط که دارای یک آدرس برای هاب خود و یک آدرس برای فانکشن هستند.
- یک دستگاه مرکب دستگاهی است که دارای چند فانکشن است به همراه چندین رابط مختلف. این دستگاه دارای یک آدرس است اما هر رابطی می تواند راه انداز متفاوتی داشته باشد.

وظایف میزبان

➤ کامپیوتر میزبان وظیفه کنترل باس را به عهده دارد. میزبان باید بداند که چه دستگاههایی روی باس هستند و هر کدام چه قابلیت‌هایی دارند. همچنین میزبان باید مطمئن شود که دستگاههایی که روی باس هستند در موقع لزوم توانایی فرستادن یا گرفتن اطلاعات را دارند. در روی باس ممکن است دستگاه‌های مختلفی با احتیاجات متفاوت نصب شده باشند و همه خواسته باشند که در یک لحظه از زمان داده خود را منتقل کنند. مدیریت زمانی باس به عهده میزبان است و وظیفه آن سنگین و مشکل است.

وظایف میزبان

خوشبختانه سخت افزار کنترل کننده میزبان و پشتیبانی USB در ویندوز بیشتر کارهای مدیریت باس را به صورت خودکار انجام می دهند. هر دستگاهی که به میزبان وصل می شود باید راه انداز داشته باشد. راه انداز نرم افزاری است که نرم افزارهای کاربردی را قادر می سازد که با دستگاه ارتباط برقرار کنند. بعضی از وسایل جانبی می توانند از راه اندازهای موجود در ویندوز استفاده کنند حال آنکه برخی دیگر احتیاج به راه انداز مخصوص به خود دارند.

وظایف میزبان

➤ برنامه های کاربردی به جزئیات نحوه انتقال USB کاری ندارند و تنها کاری که باید انجام دهند استفاده از تابع های استاندارد سیستم عامل برای فرستادن و گرفتن داده هاست که در هر زبان برنامه نویسی قابل فراخوانی هستند.

➤ وظایف میزبان را می توان در زیر خلاصه کرد:

➤ تشخیص دستگاه

➤ رهبری انتقال داده

➤ بررسی خطاها

➤ تامین انرژی

➤ تبادل اطلاعات با وسیله جانبی

وظایف میزبان

تشخیص دستگاه:

در هنگام روشن کردن کامپیوتر هاب ها میزبان را از دستگاههای USB متصل شده آگاه می کنند. در پروسه ای با نام سرشماری میزبان به هر دستگاه آدرسی را اختصاص می دهد و اطلاعات بیشتری را از هر دستگاه درخواست می کند. بعد از این مرحله هر گاه که دستگاهی جدا شود یا اینکه متصل گردد، میزبان تغییر را حس کرده و دستگاه جدید را سرشماری می کند و دستگاههای جدا شده را از فهرست خود خارج می کند.

وظایف وسایل جانبی

- دستگاه نمی تواند به تنهایی ارتباط USB را آغاز کند و باید منتظر شروع ارتباط از سمت میزبان باشد و به آن پاسخ دهد.
- تشخیص ارتباط به سمت تراشه
- پاسخ دادن به درخواست های استاندارد
- بررسی خطا
- مدیریت انرژی
- تبادل اطلاعات با میزبان

وظایف وسایل جانبی

میزبان به هر دستگاه آدرس منحصر به فردی را می دهد که در هنگام ارتباط روی باس اگر آدرس مورد نظر باس با آدرسی که دستگاه ندارد همسان نباشد دستگاه به ارتباط اعتنايي نمی کند. اما اگر آدرس ها یکی بود ابزار داده را در بافر گیرنده ذخیره می کند و با تولید وقفه ای می فهماند که داده رسیده است. در بیشتر تراشه ها این کار به صورت سخت افزاری و خودکار انجام می شود و به این ترتیب تا هنگامی که تراشه داده ای را که حاوی آدرس مورد نظرش باشد دریافت نکرده است کد برنامه ی دستگاه عملیات خاصی را انجام نمی دهد.

وظایف وسایل جانبی

در بیش تر انتقال هایی که میزبان داده را به دستگاه می فرستد دستگاه باید به هر انتقال با شاخص هایی که نشان دهنده پذیرش یا عدم پذیرش داده است پاسخ دهد و برای انتقال هایی که دستگاه داده را به میزبان می فرستد دستگاه باید با فرستادن علائمی که نشان دهنده وجود نداشتن داده یا مشغول بودن دستگاه است پاسخ دهد.

ارتباط USB

➤ به دو گروه تقسیم بندی می شود:

➤ ارتباطات هنگام پیکربندی و تنظیم دستگاه

➤ ارتباطات با برنامه ی کاربردی به منظور انجام وظیفه دستگاه

اجزای یک انتقال

- هر انتقال از چند ترنزکشن تشکیل یافته است و هر ترنزکشن شامل پاکت هایی می باشد. هر پاکت حاوی اطلاعات است.
- همه ترنزکشن ها مقصد یا مبدا آن ها اندپوینت دستگاه می باشد. اندپوینت بافری است که توانایی ذخیره چند بایت را دارد.
- در حقیقت اندپوینت یک بلاک از حافظه داده یا رجیستری است که روی تراشه کنترلی قرار دارد.
- داده هایی که در اندپوینت نوشته می شود یا اطلاعات دریافتی است و یا اطلاعاتی است که می خواهیم انتقال دهیم.

اجزای یک انتقال

- میزبان نیز بافرهایی برای اطلاعات رسیده و اطلاعات آماده انتقال دارد اما به آن ها اندپوینت نمی گویند.
- در مرجع خصوصیات اندپوینت به صورت زیر تعریف می شود:
- یک قسمت از دستگاه USB قابل آدرس دهی که به عنوان مقصد یا منبع اطلاعات بین میزبان و دستگاه می باشد.
- هر اندپوینت احتیاج به یک آدرس منحصر به فرد دارد که شماره اندپوینت و جهت آن را مشخص می کند. شماره می تواند بین ۰ تا ۱۵ باشد و جهت نیز از دید میزبان مشخص می شود. جهت ورودی به سمت میزبان است و جهت خروجی به سمت دستگاه

اجزای یک انتقال

- ▶ اندپوینت کنترلی باید توانایی ارسال و دریافت داده در دو جهت را داشته باشد. به این ترتیب اندپوینت کنترلی از یک جفت اندپوینت ورودی و خروجی تشکیل شده است که شماره آن ها مثل هم است.
- ▶ همه دستگاه ها باید دارای اندپوینت ۰ باشند که کنترلی است.
- ▶ علاوه بر اندپوینت ۰ در دستگاه های با سرعت بالا می توان تا ۳۰ اندپوینت دیگر نیز داشته باشیم.

اجزای یک انتقال

➤ هر ترنزکشن دارای آدرس دستگاه و آدرس اندپوینت است. هنگامی که یک دستگاه یک ترنزکشن از نوع خروجی یا Setup دریافت کرد سخت افزار داده های رسیده را در مکانی که مربوط به اندپوینت است ذخیره می کند و عموماً یک وقفه را فعال می سازد. سپس یک برنامه سرویس وقفه روی داده های رسیده پردازشی را انجام می دهد و اعمال دیگری که ترنزکشن نیاز دارد انجام می شود.

➤ هنگامی که دستگاه یک ترنزکشن از نوع ورودی دریافت می کند اگر دستگاه آماده فرستادن داده باشد، سخت افزار آن را از مکان ویژه مربوط به اندپوینت به سمت باس انتقال می دهد و باز هم وقفه ای را فعال می سازد و به این ترتیب زیربرنامه سرویس وقفه عملیات خود را برای آماده کردن داده های بعدی آغاز می کند.

اجزای یک انتقال

➤ انواع انتقال شامل موارد زیر است:

➤ انتقال کنترلی

➤ انتقال توده ای

➤ انتقال وقفه ای

➤ انتقال همزمان

سرشماری

- قبل از این که برنامه ی کاربردی با دستگاه ارتباط برقرار کند میزبان باید دستگاه را بشناسد و راه انداز آن را بارگذاری نماید. سرشماری اولین تبادل اطلاعاتی است که انجام می شود.
- این پروسه شامل نسبت دادن یک آدرس به دستگاه، خواندن ساختار داده ها از دستگاه، نسبت دادن و بارگذاری کردن راه انداز دستگاه و انتخاب یک پیکربندی با استفاده از داده های بازیابی شده می باشد.

مراحل سرشماری

1. کاربر دستگاه را به پورت USB متصل می کند.
2. هاب دستگاه را تشخیص می دهد.
3. میزبان از وجود دستگاه جدید آگاه می شود.
4. برای های مشخص می شود که دستگاه سرعت بالاست یا سرعت پایین.
5. هاب دستگاه را ریست می کند.
6. میزبان از این که دستگاه سرعت بالا از سرعت خیلی بالا نیز پشتیبانی می کند یا نه آگاه می شود.
7. هاب مسیر سیگنال بین دستگاه و باس را ایجاد می کند.

مراحل سرشماری

8. میزبان خواسته ی `Get_Descriptor` را به منظور دریافت حداکثر اندازه پاکت مسیر ارتباطی پیش فرض می فرستد.
9. میزبان آدرسی را به دستگاه نسبت می دهد.
10. میزبان از توانایی های دستگاه آگاه می شود.
11. میزبان راه انداز دستگاه را تشخیص داده و بارگذاری می کند.
12. راه انداز دستگاه یک پیکربندی را انتخاب می کند.

توضیح دهنده ها

- توضیح دهنده ها ساختاری داده ای و یا بلاک های قالب بندی شده ای از اطلاعات هستند که میزبان را قادر می سازند خصوصیات دستگاه را بشناسد.
- همه ی دستگاه های USB باید به خواسته استاندارد بازیابی توضیح دهنده ها، پاسخ دهند. به این معنی که وسیله ی جانبی باید اطلاعات درون توضیح دهنده ها را ذخیره کند و توضیح دهنده ها را با قالب بندی های مورد انتظار انتقال دهد.

انواع توضیح دهنده ها

نوع توضیح دهنده	آیا نیاز است
دستگاه	بله
توصیفی دستگاه	بله، برای دستگاههایی که از هر دو سرعت بالا و خیلی بالا پشتیبانی می کنند. برای دستگاههای دیگر مجاز نیست
پیکربندی	بله
پیکربندی سرعت دیگر	بله، برای دستگاههایی که از هر دو سرعت بالا و خیلی بالا پشتیبانی می کنند. برای دستگاههای دیگر مجاز نیست.
مدار واسط	بله
اندپوینت	اگر دستگاه فقط از اندپوینت صفر استفاده می کند لازم نیست.
رشته	اختیاری می باشد
توان مدار واسط	خیر، از سطوح رهبری توان مدار واسط پشتیبانی می کند.

تعیین نوع توضیح دهنده

نوع	مقدار (هگزادسیمال)	توضیح دهنده
استاندارد	01	دستگاه
	02	پیکربندی
	03	رشته
	04	مدار واسط
	05	اندپوینت
	06	توصیفی دستگاه
	07	پیکربندی سرعت دیگر
	08	انرژی مدار واسط
کلاس	21	HID
	29	هاب
ویژة کلاس HID	22	گزارش
	23	فیزیکی

شماره بایت (دهمی)	فیلد	اندازه (بایت)	توضیح
۰	bLength	۱	انواع توضیح دهنده بر حسب بایت
۱	bDescriptorType	۱	مقدار ثابت (01h) برای توضیح دهنده دستگاه
۲	bcdUSB	۲	نسخه مرجع خصوصیات USB (BCD)
۴	bDeviceClass	۱	کد کلاس
۵	bDeviceSubclass	۱	کد زیر کلاس
۶	bDeviceProtocol	۱	کد پروتکل
۷	bMaxPacketSize(0)	۱	اندازه حداکثر پاکت برای اندپوینت صفر
۸	idVendor	۲	شماره مشخصه فروشنده
۱۰	idProduct	۲	شماره مشخصه محصول
۱۲	bcdDevice	۲	نسخه دستگاه (BCD)
۱۴	iManufacturer	۱	اشاره‌گری به توضیح دهنده رشته مربوط به کارخانه
۱۵	iProducts	۱	اشاره‌گری به توضیح دهنده رشته مربوط به محصول
۱۶	iSerialNumber	۱	اشاره‌گری به توضیح دهنده رشته که حاوی شماره سریال است
۱۷	bNumConfigurations	۱	تعداد پیکربندیهای مجاز

توضیح دهنده توصیفی دستگاه

شماره بایت (دهدی)	فیلد	اندازه	توضیح
۰	bLenght	۱	انواع توضیح دهنده بر حسب بایت
۱	bDescriptorType	۱	برای توضیح دهنده توصیفی دستگاه ثابت (06h)
۲	bcdUSB	۲	نسخه مرجع خصوصیات USB (BCD)
۴	bDeviceClass	۱	کُد کلاس
۵	bDevicesSubclass	۱	کُد زیر کلاس
۶	bDeviceProtocol	۱	کُد پروتکل
۷	bMaxPacketSize(0)	۱	حداکثر اندازه پاکت مربوط به اندپوینت صفر
۸	bNumConfigurations	۱	تعداد پیکربندی مجاز
۹	Reserved	۱	برای کاربردهای آینده

توضیح دهنده پیکربندی

شماره بایت (دهدی)	فیلد	اندازه	توضیح
۰	bLenght	۱	انواع توضیح دهنده برحسب بایت
۱	bDescriptorType	۱	برای توضیح دهنده پیکربندی ثابت (02b)
۲	wTotalLength	۲	اندازه کل داده های بازگردانده شده برای پیکربندی برحسب بایت
۴	bNumInterface	۱	تعداد مدارهای واسطی که پیکربندی پشتیبانی می کند.
۵	bConfigurationValue	۱	مشخصه ای برای خواسته های Set_Configuration و Get_Configuration
۶	iConfiguration	۱	اشاره گری به رشته توصیف کننده پیکربندی
۷	bmAttributes	۱	تنظیمات توان سر خود یا تغذیه باس و ویژگی خودبیداری
۸	MaxPower	۱	تغذیه باس لازم است، و حداکثر میلی آمپر $\frac{\text{حداکثر میلی آمپر}}{۲}$ را بیان می کند.

توضیح دهنده پیکربندی سرعت دیگر

شماره بایت (دهمی)	فیلد	اندازه	توضیح
۰	bLenght	۱	انواع توضیح دهنده برحسب بایت
۱	bDescriptorType	۱	برای توضیح دهنده پیکربندی سرعت دیگر، ثابت (07H)
۲	wTotalLength	۲	اندازه تمام داده‌ای که برای این پیکربندی بازگردانده می‌شود برحسب بایت
۴	bNumInterface	۱	تعداد مدارهای واسطی که پیکربندی پشتیبانی می‌کند.
۵	bConfigurationValue	۱	مشخصه‌ای برای خواسته‌های Set_Configuration و Get_Configuration
۶	iConfiguration	۱	اشاره‌گری به رشته توصیف‌کننده پیکربندی
۷	bmAttributes	۱	تنظیمات توان سرخود یا تغذیه باس و ویژگی خودبیداری
۸	MaxPower	۱	تغذیه باس لازم است، و حداکثر میلی آمپر را بیان می‌کند.

توضیح دهنده مدار واسط

شماره بایت (دهدهی)	فیلد	اندازه	توضیح
۰	bLenght	۱	اندازه توضیح دهنده بر حسب بایت
۱	bDescriptorType	۱	برای توضیح دهنده پیکربندی سرعت دیگر، ثابت (04h)
۲	bInterfaceNumber	۱	شماره‌ای که این توضیح دهنده را مشخص می‌کند
۳	bAlternateSettings	۱	مقداری که برای انتخاب یک تنظیم تناوبی استفاده می‌شود
۴	bNumEndpoints	۱	تعداد اندپوینت‌هایی بجز اندپوینت صفر که پشتیبانی می‌شوند
۵	bInterfaceClass	۱	کُد کلاس
۶	bInterfaceSubclass	۱	کُد زیر کلاس
۷	bInterfaceProtocol	۱	کُد پروتکل
۸	iInterface	۱	اشاره‌گری به توضیح دهنده رشته برای مدار واسط

توضیح دهنده اندپوینت

شماره بایت (دهدی)	فیلد	اندازه	توضیح
۰	bLenght	۱	اندازه توضیح دهنده بر حسب بایت
۱	bDescriptorType	۱	برای توضیح دهنده اندپوینت ثابت (05h)
۲	bEndpointAddress	۱	شماره اندپوینت و جهت آن
۳	bmAttributes	۱	نوع انتقالی که از آن پشتیبانی می شود
۴	wMaxPacketSize	۲	حداکثر اندازه پاکتی که پشتیبانی می شود
۵	bInterval	۱	حداکثر زمان تأخیر/فواصل/نرخ NAK

توضیح دهنده رشته

شماره بایت (دهدی)	فیلد	اندازه	توضیح
۰	bLenght	۱	انواع توضیح دهنده برحسب بایت
۱	bDescriptorType	۱	ثابت (03h) برای توضیح دهنده رشته
۲	bSTRING or wLANGID	varies	برای توضیح دهنده رشته صفر، یک آرایه از یک یا کُد مشخص کننده زبان. برای دیگر رشته ها یک رشته Unicode.