

Operating Systems

Devices and Busses

Me

May 3, 2016

Peripheral Component Interconnect

Motivation

- PCI впервые была предложена в 1992 компанией Intel
 - в это время получили распространение ОС с GUI (Windows 3.1, OS/2);
 - GUI требует высокой пропускной способности;
 - другая задача - предоставить универсальный стандарт для подключения устройств;
 - PCI устройства имеют более или менее одинаковый интерфейс;

Peripheral Component Interconnect

Motivation

- PCI впервые была предложена в 1992 компанией Intel
 - в это время получили распространение ОС с GUI (Windows 3.1, OS/2);
 - GUI требует высокой пропускной способности;
 - другая задача - предоставить универсальный стандарт для подключения устройств;
 - PCI устройства имеют более или менее одинаковый интерфейс;
- Шины использовавшиеся до PCI:
 - ISA - 16 MB/s;
 - EISA - 32 MB/s;
 - VLB - 127 MB/s;

Peripheral Component Interconnect

Overview

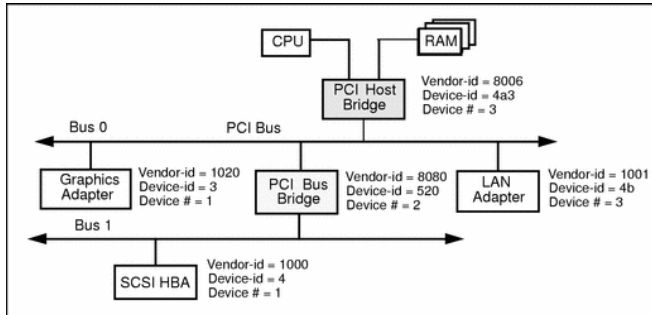


Figure : PCI Local Bus Overview

Peripheral Component Interconnect

PCI Protocol

- Все устройства соединенные через PCI пользуются одним протоколом:
 - каждая передача состоит из двух или более фаз: адресная фаза и, собственно, одна или более передача данных (впрочем нас это не сильно волнует);
 - в каждой передаче участвуют два устройства: Master и Target;
 - данные передаются, если оба устройства подтвердили готовность;

Peripheral Component Interconnect

Addressing

- PCI определяет три различных адресных пространства:
 - пространство памяти (Memory Address Space) - отображается физическую память;
 - пространство ввода/вывода (I/O Address Space) - отображается на порты ввода/вывода (команды in/out в x86);
 - конфигурационное пространство (Configuration Address Space) - может отображаться как на память, так и на I/O Space, но обычно используют память;

Peripheral Component Interconnect

Configuration Space

- Каждое (почти) устройство должно поддерживать Configuration Address Space:
 - каждое устройство предоставляет некоторое пространство из 256 байт;
 - это пространство имеет фиксированный заголовок;
 - через Address Space возможно идентифицировать, отслеживать состояние и даже конфигурировать устройство

Peripheral Component Interconnect

Configuration Space

31		16 15		0		
Device ID		Vendor ID				00h
Status		Command				04h
Class Code				Revision ID		08h
BIST	Header Type	Lat. Timer	Cache Line S.			0Ch
Base Address Registers						10h
						14h
						18h
						1Ch
						20h
						24h
Cardbus CIS Pointer						28h
Subsystem ID		Subsystem Vendor ID				2Ch
Expansion ROM Base Address						30h
Reserved				Cap. Pointer		34h
Reserved						38h
Max Lat.	Min Gnt.	Interrupt Pin	Interrupt Line			3Ch

Figure : PCI Device Structure

Peripheral Component Interconnect

Device Identification

- Vendor ID - идентифицирует производителя, назначается специальной организацией (PCI SIG);
- Device ID и Revision ID - идентифицируют конкретное устройство, определяются производителем;
- вы можете получить эту информацию не зная ничего об устройстве и даже не имея драйвера устройства:
 - зная эту информацию вы можете автоматически найти и загрузить нужный драйвер;

Peripheral Component Interconnect

Device Control

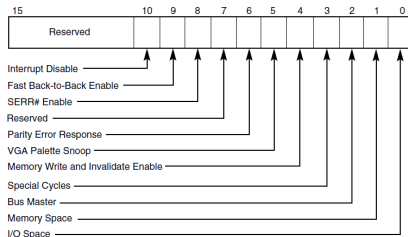


Figure : PCI Command Register Layout

- Command Register осуществляет базовое управление:
 - запишите 0 и устройство будет игнорировать обращения вне Configuration Address Space;
 - отдельные биты могут поддерживаться или нет;

Peripheral Component Interconnect

Device Configuration

- Главная особенность PCI заключается в конфигурируемости:
 - теперь устройство больше не привязано к конкретным адресам в памяти, в пространстве ввода/вывода или прерываниям;
 - эта информация доступна ОС в унифицированном виде через Configuration Address Space;

Peripheral Component Interconnect

Device Configuration

- Главная особенность PCI заключается в конфигурируемости:
 - теперь устройство больше не привязано к конкретным адресам в памяти, в пространстве ввода/вывода или прерываниям;
 - эта информация доступна ОС в унифицированном виде через Configuration Address Space;
- Например:
 - Interrupt Line говорит какой номер прерывания использует устройство;
 - Base Address Registers позволяют указать/узнать на какие адреса в памяти или в I/O Space отображены регистры и буферы устройства;

Peripheral Component Interconnect

Base Addresses

- Устройство:
 - устройству могут быть нужны какие-то участки памяти или I/O Space для работы или общения с драйвером;
 - оно описывает размер и тип этих участков в Base Address Registers;

Peripheral Component Interconnect

Base Addresses

- Устройство:
 - устройству могут быть нужны какие-то участки памяти или I/O Space для работы или общения с драйвером;
 - оно описывает размер и тип этих участков в Base Address Registers;
- BIOS (или другое ПО запускаемое при старте системы):
 - определяет количество памяти в системе;
 - перечисляет устройства в системе и выделяет им память и записывает адрес в специальном формате в Base Address Registers;
 - создает карту памяти и передает ее ОС;

Peripheral Component Interconnect

Interrupt Sharing

- PCI шина может использовать до 4 различных прерываний (забывая про MSI):
 - естественно, вы не можете выделить по прерыванию на устройство;
 - естественно, какие-то устройства будут использовать одно прерывание;
 - PCI устройства должны предоставить возможность проверить, сгенерировало ли оно прерывание или нет;
 - но стандарт PCI не определяет каким образом - драйвер устройства должен это знать;

Peripheral Component Interconnect

Configuration Space Access

- Configuration Address Space содержит структуры не зависящие от железа:
 - это хорошо для драйверов - PCI драйвер в хорошо спроектированной ОС не требует портирования на разные архитектуры;

Peripheral Component Interconnect

Configuration Space Access

- Configuration Address Space содержит структуры не зависящие от железа:
 - это хорошо для драйверов - PCI драйвер в хорошо спроектированной ОС не требует портирования на разные архитектуры;
- Способ доступа к Configuration Address Space зависит от архитектуры
 - а еще от версии PCI (их уже довольно не мало);
 - хорошо спроектированная ОС скрывает эти детали;

Peripheral Component Interconnect

Configuration Space Access

- Адрес в Configuration Address Space состоит из:
 - номера шины - в системе может быть несколько шин PCI;
 - номера слота на шине - к одной шине может быть подключено несколько устройств;
 - функции - специфичное для PCI понятие, PCI устройство может предоставлять несколько "функций";
 - смещение внутри PCI Device Structure;

Peripheral Component Interconnect

Configuration Space Access

- Conventional PCI (или просто PCI) в IBM PC использует I/O порты:
 - для задания адреса 32 битный порт с адресом 0xCF8;
 - для чтения/записи данных 32 битный с адресом 0xCFC;

Peripheral Component Interconnect

Configuration Space Access

- Conventional PCI (или просто PCI) в IBM PC использует I/O порты:
 - для задания адреса 32 битный порт с адресом 0xCF8;
 - для чтения/записи данных 32 битный с адресом 0xCFC;
- PCI Express отображает Configuration Address Space в память
 - найти базовый адрес можно в одной из таблиц ACPI (MCFG);