

Операционные Системы

Прерывания

April 28, 2017

Прерывания

- ▶ Прерывание - это событие, которое заставляет процессор *прервать* текущую задачу и вызвать специальный обработчик

Прерывания

- ▶ Прерывание - это событие, которое заставляет процессор *прервать* текущую задачу и вызвать специальный обработчик
 - ▶ внешнее устройство требует внимания;

Прерывания

- ▶ Прерывание - это событие, которое заставляет процессор *прервать* текущую задачу и вызвать специальный обработчик
 - ▶ внешнее устройство требует внимания;
 - ▶ произошла ошибка при выполнении инструкции;

Прерывания

- ▶ Прерывание - это событие, которое заставляет процессор *прервать* текущую задачу и вызвать специальный обработчик
 - ▶ внешнее устройство требует внимания;
 - ▶ произошла ошибка при выполнении инструкции;
 - ▶ специальная инструкция.

Асинхронные прерывания

- ▶ Прерывания могут происходить асинхронно
 - ▶ т. е. код не готов к тому, что его прервут

Асинхронные прерывания

- ▶ Прерывания могут происходить асинхронно
 - ▶ т. е. код не готов к тому, что его прервут
 - ▶ т. е. обработчик прерывания
ответственен за сохранение состояния
прерванной задачи.

Обработчики прерываний

- ▶ Откуда берутся обработчики прерываний?

Обработчики прерываний

- ▶ Откуда берутся обработчики прерываний?
 - ▶ часть ядра ОС;
 - ▶ ОС сообщает процессору, какой обработчик вызывать в какой ситуации.

Вызов обработчика прерывания

SS	RSP + 40
RSP	RSP + 32
RFLAGS	RSP + 24
CS	RSP + 16
RIP	RSP + 8
Error Code	RSP + 0

SS	RSP + 32
RSP	RSP + 24
RFLAGS	RSP + 16
CS	RSP + 8
RIP	RSP + 0

Error Code

- ▶ Некоторые прерывания соответствуют ошибочным ситуациям
 - ▶ для некоторых из них на стек сохраняется Error Code.

Error Code

- ▶ Некоторые прерывания соответствуют ошибочным ситуациям
 - ▶ для некоторых из них на стек сохраняется Error Code.
- ▶ Error Code *иногда* содержит полезную для обработки ошибки информацию

Error Code

- ▶ Некоторые прерывания соответствуют ошибочным ситуациям
 - ▶ для некоторых из них на стек сохраняется Error Code.
- ▶ Error Code *иногда* содержит полезную для обработки ошибки информацию
 - ▶ а иногда он просто содержит 0.

Завершение обработчика прерывания

- ▶ Обработчик прерывания *обычно* завершается инструкцией *iretq*
 - ▶ для прерываний, сохраняющих Error Code, его *необходимо* удалить со стека.

Тело обработчика прерывания

- ▶ В общем случае зависит от прерывания
 - ▶ например, прерывания от сетевой карты и от таймера требуют разной обработки;

Тело обработчика прерывания

- ▶ В общем случае зависит от прерывания
 - ▶ например, прерывания от сетевой карты и от таймера требуют разной обработки;
- ▶ Общая часть - сохранение состояния прерванной задачи:
 - ▶ *RIP* и *RFLAGS* не достаточно;

Тело обработчика прерывания

- ▶ В общем случае зависит от прерывания
 - ▶ например, прерывания от сетевой карты и от таймера требуют разной обработки;
- ▶ Общая часть - сохранение состояния прерванной задачи:
 - ▶ *RIP* и *RFLAGS* не достаточно;
 - ▶ как минимум, нужно сохранить регистры общего назначения.

Таблица дескрипторов прерываний

- ▶ IDT указывает, каким прерываниям какие обработчики соответствуют

Таблица дескрипторов прерываний

- ▶ IDT указывает, каким прерываниям какие обработчики соответствуют
 - ▶ специальный регистр *IDTR* хранит адрес этой таблицы;

Таблица дескрипторов прерываний

- ▶ IDT указывает, каким прерываниям какие обработчики соответствуют
 - ▶ специальный регистр *IDTR* хранит адрес этой таблицы;
 - ▶ инструкции *LIDT* и *SIDT* позволяют записать/прочитать регистр *IDTR*.

Дескриптор IDT



 14

 12

Offset [63:48] 10

Offset [47:32] 8

Offset [31:16] 6

15 14 13 11 8 2 0
P DPL  TYPE  IST 4

Segment Selector 2

Offset [15:0] 0

Таблица дескрипторов прерываний

- ▶ IDT может содержать максимум 256 записей
 - ▶ т. е. каждое ядро может обрабатывать 256 различных прерываний;

Таблица дескрипторов прерываний

- ▶ IDT может содержать максимум 256 записей
 - ▶ т. е. каждое ядро может обрабатывать 256 различных прерываний;
 - ▶ первые 32 из 256 зарезервированы под специальные нужды;

Таблица дескрипторов прерываний

- ▶ IDT может содержать максимум 256 записей
 - ▶ т. е. каждое ядро может обрабатывать 256 различных прерываний;
 - ▶ первые 32 из 256 зарезервированы под специальные нужды;
 - ▶ чему соответствуют оставшиеся 224?

Прерывания от внешних устройств

- ▶ Какое устройство какую запись в IDT использует?

Прерывания от внешних устройств

- ▶ Какое устройство какую запись в IDT использует?
 - ▶ может определяться настройкой устройства;

Прерывания от внешних устройств

- ▶ Какое устройство какую запись в IDT использует?
 - ▶ может определяться настройкой устройства;
 - ▶ может определяться настройкой контроллера прерываний.

Контроллер прерываний

- ▶ Контроллер прерываний - посредник между устройствами и процессором

Контроллер прерываний

- ▶ Контроллер прерываний - посредник между устройствами и процессором
 - ▶ устройства сигналижат контроллеру, контроллер сигналиит процессору

Контроллер прерываний

- ▶ Контроллер прерываний - посредник между устройствами и процессором
 - ▶ устройства сигналият контроллеру, контроллер сигналиит процессору
 - ▶ задача контроллера - арбитраж (порядок обработки прерываний).

Контроллер прерываний

- ▶ Контроллер прерываний - посредник между устройствами и процессором
 - ▶ устройства сигналият контроллеру, контроллер сигналиит процессору
 - ▶ задача контроллера - арбитраж (порядок обработки прерываний).
- ▶ Примеры контроллеров:
 - ▶ PIC (Programmable Interrupt Controller) (Intel 8259);
 - ▶ APIC (Advanced PIC)(Local APIC + IO APIC).

Запрет прерываний

- ▶ Зачем запрещать прерывания?
 - ▶ задача работает с данными, к которым обращается обработчик.

Запрет прерываний

- ▶ Зачем запрещать прерывания?
 - ▶ задача работает с данными, к которым обращается обработчик.
- ▶ Какие прерывания можно запрещать?
 - ▶ нельзя запрещать исключения (прерывания из-за ошибок).

Запрет прерываний

- ▶ Мы можем попросить устройство не генерировать прерывания
 - ▶ если мы знаем, какие прерывания могут привести к проблемам;
 - ▶ если устройство позволяет.

Запрет прерываний

- ▶ Мы можем попросить устройство не генерировать прерывания
 - ▶ если мы знаем, какие прерывания могут привести к проблемам;
 - ▶ если устройство позволяет.
- ▶ Отключить прерывание на контроллере прерываний.

Запрет прерываний

- ▶ Отключить прерывание на процессоре

Запрет прерываний

- ▶ Отключить прерывание на процессоре
 - ▶ x86 регистр *RFLAGS* содержит флаг *IF*;

Запрет прерываний

- ▶ Отключить прерывание на процессоре
 - ▶ x86 регистр *RFLAGS* содержит флаг *IF*;
 - ▶ инструкция *cli* очищает флаг - запрещает прерывания;
 - ▶ инструкция *sti* устанавливает флаг.