

Операционные Системы

Системные вызовы

May 11, 2017

Системные вызовы

- ▶ Системные вызовы - интерфейс между userspace и ядром ОС

Системные вызовы

- ▶ Системные вызовы - интерфейс между userspace и ядром ОС
 - ▶ пользовательский код не имеет достаточно привилегий, чтобы вызывать код ядра как обычные функции;

Системные вызовы

- ▶ Системные вызовы - интерфейс между userspace и ядром ОС
 - ▶ пользовательский код не имеет достаточно привилегий, чтобы вызывать код ядра как обычные функции;
 - ▶ системный вызов сопровождается повышением привилегий;

Системные вызовы

- ▶ Системные вызовы - интерфейс между userspace и ядром ОС
 - ▶ пользовательский код не имеет достаточно привилегий, чтобы вызывать код ядра как обычные функции;
 - ▶ системный вызов сопровождается повышением привилегий;
 - ▶ возврат из системного вызова сопровождается понижением привилегий.

Реализация системных вызовов

- ▶ Как реализовать интерфейс системных вызовов?

Реализация системных вызовов

- ▶ Как реализовать интерфейс системных вызовов?
 - ▶ способ, как обычно, зависит от архитектуры;

Реализация системных вызовов

- ▶ Как реализовать интерфейс системных вызовов?
 - ▶ способ, как обычно, зависит от архитектуры;
 - ▶ например, в x86 существуют инструкции `syscall` и `sysenter`;

Реализация системных вызовов

- ▶ Как реализовать интерфейс системных вызовов?
 - ▶ способ, как обычно, зависит от архитектуры;
 - ▶ например, в x86 существуют инструкции `syscall` и `sysenter`;
 - ▶ но мы посмотрим на другой вариант (более старый).

И снова о прерываниях...

- ▶ Что происходит, если обработчик прерывания прерывает пользовательский код?

И снова о прерываниях...

- ▶ Что происходит, если обработчик прерывания прерывает пользовательский код?
 - ▶ вызывается обработчик прерывания - код ядра;

И снова о прерываниях...

- ▶ Что происходит, если обработчик прерывания прерывает пользовательский код?
 - ▶ вызывается обработчик прерывания - код ядра;
 - ▶ обработчик прерывания выполняется уже в привилегированном режиме.

Программные прерывания

- ▶ Прерывания можно вызывать программно (и не только сделав ошибку)

Программные прерывания

- ▶ Прерывания можно вызывать программно (и не только сделав ошибку)
 - ▶ например, в x86 для этого существует специальная инструкция `int`, номер прерывания - параметр инструкции;

Программные прерывания

- ▶ Прерывания можно вызывать программно (и не только сделав ошибку)
 - ▶ например, в x86 для этого существует специальная инструкция `int`, номер прерывания - параметр инструкции;
 - ▶ выберем запись в IDT и будем использовать ее для системных вызовов.

Программные прерывания в x86

- ▶ С помощью инструкции `int` в x86 можно генерировать прерывание с любым номером

Программные прерывания в x86

- ▶ С помощью инструкции `int` в x86 можно генерировать прерывание с любым номером
 - ▶ в том числе и соответствующие исключения;

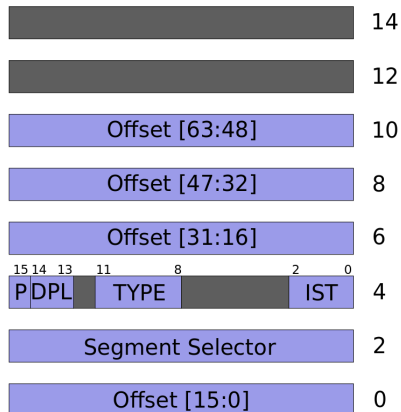
Программные прерывания в x86

- ▶ С помощью инструкции `int` в x86 можно генерировать прерывание с любым номером
 - ▶ в том числе и соответствующие исключения;
 - ▶ в том числе и соответствующие аппаратным прерываниям;

Программные прерывания в x86

- ▶ С помощью инструкции `int` в x86 можно генерировать прерывание с любым номером
 - ▶ в том числе и соответствующие исключения;
 - ▶ в том числе и соответствующие аппаратным прерываниям;
 - ▶ приложения могут натворить бед, если разрешить им генерировать прерывания как попало.

Дескриптор IDT, поле DPL



Дескриптор IDT, поле DPL

- ▶ DPL дескриптора системного вызова
выставляем в 3

Дескриптор IDT, поле DPL

- ▶ DPL дескриптора системного вызова выставляем в 3
 - ▶ благодаря чему непривилегированный код может генерировать это прерывание.
- ▶ DPL всех остальных дескрипторов выставляем в 0.

Стек обработчика прерывания

- ▶ При вызове обработчика на стек сохраняются адрес возврата и прочее

Стек обработчика прерывания

- ▶ При вызове обработчика на стек сохраняются адрес возврата и прочее
 - ▶ на какой стек все это будет сохранено?

Стек обработчика прерывания

- ▶ При вызове обработчика на стек сохраняются адрес возврата и прочее
 - ▶ на какой стек все это будет сохранено?
 - ▶ не хочется использовать стек непривилегированного кода

Стек обработчика прерывания

- ▶ При вызове обработчика на стек сохраняются адрес возврата и прочее
 - ▶ на какой стек все это будет сохранено?
 - ▶ не хочется использовать стек непривилегированного кода
 - ▶ там может быть не достаточно места;

Стек обработчика прерывания

- ▶ При вызове обработчика на стек сохраняются адрес возврата и прочее
 - ▶ на какой стек все это будет сохранено?
 - ▶ не хочется использовать стек непривилегированного кода
 - ▶ там может быть не достаточно места;
 - ▶ пользовательский код может делать со своим стеком все что угодно.

Отдельный стек для ядра

- ▶ Мы хотим использовать отдельный стек для ядра и отдельный для userspace

Отдельный стек для ядра

- ▶ Мы хотим использовать отдельный стек для ядра и отдельный для userspace
 - ▶ например, в Linux для каждого потока создается стек ядра, т. е. у каждого потока есть 2 стека;

Отдельный стек для ядра

- ▶ Мы хотим использовать отдельный стек для ядра и отдельный для userspace
 - ▶ например, в Linux для каждого потока создается стек ядра, т. е. у каждого потока есть 2 стека;
 - ▶ при прерываниях и системных вызовах происходит переключение на стек ядра потока.

Task State Segment

- ▶ TSS (Task State Segment) - структура, которая хранит указатель стека, который будет загружен в RSP

Task State Segment

- ▶ TSS (Task State Segment) - структура, которая хранит указатель стека, который будет загружен в RSP
 - ▶ ранее (в 32-битном режиме) могла быть использована для хранения состояния потока.

"Прыжок" в userspace

I/O Map Base	
	IST7 [63:32]
	IST7 [31:0]
	ISTi [63:32]
	ISTi [31:0]
	IST1 [63:32]
	IST1 [31:0]
	RSP0 [63:32]
	RSP0 [31:0]
	RSP1 [63:32]
	RSP1 [31:0]
	RSP0 [63:32]
	RSP0 [31:0]

Task State Segment

- ▶ "Указание" на TSS хранится в специальном регистре TR

Task State Segment

- ▶ "Указание" на TSS хранится в специальном регистре TR
 - ▶ инструкция LTR записывает значение в TR, а инструкция STR читает;

Task State Segment

- ▶ "Указание" на TSS хранится в специальном регистре TR
 - ▶ инструкция LTR записывает значение в TR, а инструкция STR читает;
 - ▶ для использования TSS необходимо завести специальный дескриптор в GDT
 - ▶ Base и Limit хранят логический адрес и размер TSS;

Task State Segment

- ▶ "Указание" на TSS хранится в специальном регистре TR
 - ▶ инструкция LTR записывает значение в TR, а инструкция STR читает;
 - ▶ для использования TSS необходимо завести специальный дескриптор в GDT
 - ▶ Base и Limit хранят логический адрес и размер TSS;
 - ▶ селектор дескриптора сохраняется в TR.

Task State Segment

- ▶ Простой вариант использования TSS:

Task State Segment

- ▶ Простой вариант использования TSS:
 - ▶ создаем по TSS на каждое ядро процессора - один раз, при инициализации ядра ОС

Task State Segment

- ▶ Простой вариант использования TSS:
 - ▶ создаем по TSS на каждое ядро процессора - один раз, при инициализации ядра ОС
 - ▶ при переключении потоков подменяем указатель стека в TSS.

Резюме

- ▶ Подготовить дескриптор IDT, который будет использоваться для системных вызовов.

Резюме

- ▶ Подготовить дескриптор IDT, который будет использоваться для системных вызовов.
- ▶ Создать TSS:

Резюме

- ▶ Подготовить дескриптор IDT, который будет использоваться для системных вызовов.
- ▶ Создать TSS:
 - ▶ создать дескриптор, описывающий TSS, в GDT;

Резюме

- ▶ Подготовить дескриптор IDT, который будет использоваться для системных вызовов.
- ▶ Создать TSS:
 - ▶ создать дескриптор, описывающий TSS, в GDT;
 - ▶ загрузить селектор, ссылающийся на дескриптор, в TR.

Резюме

- ▶ Подготовить дескриптор IDT, который будет использоваться для системных вызовов.
- ▶ Создать TSS:
 - ▶ создать дескриптор, описывающий TSS, в GDT;
 - ▶ загрузить селектор, ссылающийся на дескриптор, в TR.
- ▶ Не забывать подменять указатель стека в TSS при переключении потоков.

"Прыжок" в userspace

- ▶ Как передать управление в userspace в первый раз?

"Прыжок" в userspace

- ▶ Как передать управление в userspace в первый раз?
 - ▶ инструкция `iretq` завершает обработчик прерывания и передает управление, возможно, понизив уровень привилегий;

"Прыжок" в userspace

- ▶ Как передать управление в userspace в первый раз?
 - ▶ инструкция `iretq` завершает обработчик прерывания и передает управление, возможно, понизив уровень привилегий;
 - ▶ инструкция `iretq` берет свои параметры со стека - подготовим стек и вызовем `iretq`.

"Прыжок" в userspace

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