

Система управления вводом-выводом

Операционные системы и оболочки

Р. Косивец

Уральский Федеральный Университет

Екатеринбург, 2016

Содержание

Система
управления
вводом-
выводом

Р. Косивец

Операции вычислительных систем

Операции вы-
числительных
систем

Архитектура компьютера

Архитектура
компьютера

Структура контроллера устройства

Структура
контроллера
устройства

Опрос устройств и прерывания

Опрос устройств
и прерывания

Логические принципы организации ввода-вывода

Логические
принципы
организации
ввода-вывода

Структура системы ввода-вывода

Структура
системы
ввода-вывода

Систематизация внешних устройств

Систематизация
внешних
устройств

Функции базовой подсистемы ввода-вывода

Функции базовой
подсистемы
ввода-вывода

Заключение

Введение

- ▶ обработка информации,

Система
управления
вводом-
выводом

Р. Косивец

Операции вы-
числительных
систем

Архитектура
компьютера

Структура
контроллера
устройства

Опрос устройств
и прерывания

Логические
принципы
организации
ввода-вывода

Структура
системы
ввода-вывода

Систематизация
внешних
устройств

Функции базовой
подсистемы
ввода-вывода

Заключение

Введение

- ▶ обработка информации,
- ▶ операции по осуществлению ввода-вывода

Система
управления
вводом-
выводом

Р. Косивец

Операции вы-
числительных
систем

Архитектура
компьютера

Структура
контроллера
устройства

Опрос устройств
и прерывания

Логические
принципы
организации
ввода-вывода

Структура
системы
ввода-вывода

Систематизация
внешних
устройств

Функции базовой
подсистемы
ввода-вывода

Заключение

Архитектура компьютера

Система
управления
вводом-
выводом

Р. Косивец

Операции вы-
числительных
систем

Архитектура
компьютера

Структура
контроллера
устройства

Опрос устройств
и прерывания

Логические
принципы
организации
ввода-вывода

Структура
системы
ввода-вывода

Систематизация
внешних
устройств

Функции базовой
подсистемы
ввода-вывода

Заключение

- ▶ Локальная магистраль:
 - ▶ шина данных
 - ▶ адресная шина
 - ▶ шина управления
- ▶ Порты ввода-вывода
- ▶ Контроллеры

Архитектура компьютера

Локальная магистраль

Система
управления
вводом-
выводом

Р. Косивец

Типичный порядок обмена информацией:

- ▶ На адресной шине процессор должен выставить сигналы, соответствующие адресу ячейки памяти, в которую будет осуществляться передача информации.
- ▶ На шину данных процессор должен выставить сигналы, соответствующие информации, которая должна быть записана в память.
- ▶ После выполнения действий 1 и 2 на шину управления выставляются сигналы, соответствующие операции записи и работе с памятью, что приведет к занесению необходимой информации по нужному адресу.

Операции вы-
числительных
систем

Архитектура
компьютера

Структура
контроллера
устройства

Опрос устройств
и прерывания

Логические
принципы
организации
ввода-вывода

Структура
системы
ввода-вывода

Систематизация
внешних
устройств

Функции базовой
подсистемы
ввода-вывода

Заключение

Порты ввода-вывода

Если порты ввода-вывода отображены в адресное пространство ввода-вывода:

- ▶ На адресной шине процессор должен выставить сигналы, соответствующие адресу порта, в который будет осуществляться передача информации, в адресном пространстве ввода-вывода.
- ▶ На шину данных процессор должен выставить сигналы, соответствующие информации, которая должна быть передана в порт.
- ▶ После выполнения действий 1 и 2 на шину управления выставляются сигналы, соответствующие операции записи и работе с устройствами ввода-вывода (переключение адресных пространств!), что приведет к передаче необходимой информации в нужный порт.

Структура контроллера устройства

Система
управления
вводом-
выводом

Р. Косивец

Операции вы-
числительных
систем

Архитектура
компьютера

**Структура
контроллера
устройства**

Опрос устройств
и прерывания

Логические
принципы
организации
ввода-вывода

Структура
системы
ввода-вывода

Систематизация
внешних
устройств

Функции базовой
подсистемы
ввода-вывода

Заключение

В целом контроллеры имеют 4 внутренних регистра:

- ▶ регистр состояния,
- ▶ управления,
- ▶ входных данных,
- ▶ выходных данных.

Опрос устройств и прерывания

Связь процессора с контроллером:

1. Процессор в цикле читает информацию из порта регистра состояний и проверяет значение бита занятости. Если бит занятости установлен, то это означает, что устройство еще не завершило предыдущую операцию, и процессор уходит на новую итерацию цикла. Если бит занятости сброшен, то устройство готово к выполнению новой операции, и процессор переходит на следующий шаг.
2. Процессор записывает код команды вывода в порт регистра управления.
3. Процессор записывает данные в порт регистра входных данных.
4. Процессор устанавливает бит готовности команды. В следующих шагах процессор не задействован.

Система
управления
вводом-
выводом

Р. Косивец

Операции вы-
числительных
систем

Архитектура
компьютера

Структура
контроллера
устройства

**Опрос устройств
и прерывания**

Логические
принципы
организации
ввода-вывода

Структура
системы
ввода-вывода

Систематизация
внешних
устройств

Функции базовой
подсистемы
ввода-вывода

Заключение

Опрос устройств и прерывания

[продолжение] Связь процессора с контроллером:

5. Когда контроллер замечает, что бит готовности команды установлен, он устанавливает бит занятости.
6. Контроллер анализирует код команды в регистре управления и обнаруживает, что это команда вывода. Он берет данные из регистра входных данных и инициирует выполнение команды.
7. После завершения операции контроллер обнуляет бит готовности команды.
8. При успешном завершении операции контроллер обнуляет бит ошибки в регистре состояния, при неудачном завершении команды – устанавливает его.
9. Контроллер сбрасывает бит занятости.

Система
управления
вводом-
выводом

Р. Косивец

Операции вы-
числительных
систем

Архитектура
компьютера

Структура
контроллера
устройства

**Опрос устройств
и прерывания**

Логические
принципы
организации
ввода-вывода

Структура
системы
ввода-вывода

Систематизация
внешних
устройств

Функции базовой
подсистемы
ввода-вывода

Заключение

Опрос устройств и прерывания

Механизм прерываний

Система
управления
вводом-
выводом

Р. Косивец

Прерывания:

- ▶ Чтобы процессор не тратил время на опрос устройств
- ▶ Выделенная линия в магистрали (или целая шина прерываний)
- ▶ Контроллер прерываний (вектор прерываний)
- ▶ Прерывания бывают скрытыми (маскирующими) и NMI (non-maskable interrupt)
- ▶ Контроллер выставляет приоритеты для обработки прерываний
- ▶ Существуют ещё программные прерывания и исключительные ситуации

Операции вы-
числительных
систем

Архитектура
компьютера

Структура
контроллера
устройства

**Опрос устройств
и прерывания**

Логические
принципы
организации
ввода-вывода

Структура
системы
ввода-вывода

Систематизация
внешних
устройств

Функции базовой
подсистемы
ввода-вывода

Заключение

Прямой доступ к памяти (Direct Memory Access)

- ▶ Освобождает процессор от операций в-в между памятью и внешними устройствами

Система
управления
вводом-
выводом

Р. Косивец

Операции вы-
числительных
систем

Архитектура
компьютера

Структура
контроллера
устройства

**Опрос устройств
и прерывания**

Логические
принципы
организации
ввода-вывода

Структура
системы
ввода-вывода

Систематизация
внешних
устройств

Функции базовой
подсистемы
ввода-вывода

Заключение

Прямой доступ к памяти (Direct Memory Access)

- ▶ Освобождает процессор от операций в-в между памятью и внешними устройствами
- ▶ Специальный контроллер DMA

Система
управления
вводом-
выводом

Р. Косивец

Операции вы-
числительных
систем

Архитектура
компьютера

Структура
контроллера
устройства

**Опрос устройств
и прерывания**

Логические
принципы
организации
ввода-вывода

Структура
системы
ввода-вывода

Систематизация
внешних
устройств

Функции базовой
подсистемы
ввода-вывода

Заключение

Прямой доступ к памяти (Direct Memory Access)

- ▶ Освобождает процессор от операций в-в между памятью и внешними устройствами
- ▶ Специальный контроллер DMA
- ▶ Пользуется локальной магистралью, предварительно оповестив об этом ЦП

Система
управления
вводом-
выводом

Р. Косивец

Операции вы-
числительных
систем

Архитектура
компьютера

Структура
контроллера
устройства

**Опрос устройств
и прерывания**

Логические
принципы
организации
ввода-вывода

Структура
системы
ввода-вывода

Систематизация
внешних
устройств

Функции базовой
подсистемы
ввода-вывода

Заключение

Структура системы ввода-вывода



Система
управления
вводом-
выводом

Р. Косивец

Операции вы-
числительных
систем

Архитектура
компьютера

Структура
контроллера
устройства
Опрос устройств
и прерывания

Логические
принципы
организации
ввода-вывода

**Структура
системы
ввода-вывода**

Систематизация
внешних
устройств
Функции базовой
подсистемы
ввода-вывода

Закключение

Систематизация внешних устройств

Система
управления
вводом-
выводом

Р. Косивец

Символьные устройства

Операции: **get**, **put**

Операции вы-
числительных
систем

Блочные устройства

Операции: **read**, **write**, **seek**

Архитектура
компьютера

Структура
контроллера
устройства

Опрос устройств
и прерывания

Остальные операции

- ▶ **ioctl**
- ▶ **open**
- ▶ **close**
- ▶ **poll**
- ▶ **halt**

Логические
принципы
организации
ввода-вывода

Структура
системы
ввода-вывода

**Систематизация
внешних
устройств**

Функции базовой
подсистемы
ввода-вывода

Заключение

Структура системы ввода-вывода

Функции базовой подсистемы ввода-вывода

- ▶ Блокирующиеся, неблокирующиеся и асинхронные системные вызовы
- ▶ Буферизация и кэширование
- ▶ Spooling и захват устройства
- ▶ Обработка прерываний и ошибок
- ▶ Планирование запросов

Система
управления
вводом-
выводом

Р. Косивец

Операции вы-
числительных
систем

Архитектура
компьютера

Структура
контроллера
устройства

Опрос устройств
и прерывания

Логические
принципы
организации
ввода-вывода

Структура
системы
ввода-вывода

**Систематизация
внешних
устройств**

Функции базовой
подсистемы
ввода-вывода

Заключение

Функции базовой подсистемы ввода-вывода

Блокирующиеся, неблокирующиеся и асинхронные системные вызовы

Система
управления
вводом-
выводом

Р. Косивец

Операции вы-
числительных
систем

Архитектура
компьютера

Структура
контроллера
устройства

Опрос устройств
и прерывания

Логические
принципы
организации
ввода-вывода

Структура
системы
ввода-вывода

Систематизация
внешних
устройств

**Функции базовой
подсистемы
ввода-вывода**

Заключение

Блокирующиеся

Процесс переводится операционной системой из состояния исполнения в состояние ожидание. Завершив выполнение всех операций ввода-вывода, предписанных системным вызовом, операционная система переводит процесс из состояния ожидание в состояние готовность. После того как процесс будет снова выбран для исполнения, в нем произойдет окончательный возврат из системного вызова.

Функции базовой подсистемы ввода-вывода

Блокирующиеся, неблокирующиеся и асинхронные системные вызовы

Неблокирующиеся

В простейшем случае процесс, применивший неблокирующий вызов, не переводится в состояние ожидания вообще. Системный вызов возвращается немедленно, выполнив предписанные ему операции ввода-вывода полностью, частично или не выполнив совсем, в зависимости от текущей ситуации (состояния устройства, наличия данных и т. д.). (e.g. клавиатура)

Система
управления
вводом-
выводом

Р. Косивец

Операции вы-
числительных
систем

Архитектура
компьютера

Структура
контроллера
устройства

Опрос устройств
и прерывания

Логические
принципы
организации
ввода-вывода

Структура
системы
ввода-вывода

Систематизация
внешних
устройств

**Функции базовой
подсистемы
ввода-вывода**

Заключение

Функции базовой подсистемы ввода-вывода

Блокирующиеся, неблокирующиеся и асинхронные системные вызовы

Асинхронные

Процесс, использовавший асинхронный системный вызов, никогда в нем не блокируется. Системный вызов инициирует выполнение необходимых операций ввода-вывода и немедленно возвращается, после чего процесс продолжает свою регулярную деятельность.

Система
управления
вводом-
выводом

Р. Косивец

Операции вы-
числительных
систем

Архитектура
компьютера

Структура
контроллера
устройства

Опрос устройств
и прерывания

Логические
принципы
организации
ввода-вывода

Структура
системы
ввода-вывода

Систематизация
внешних
устройств

**Функции базовой
подсистемы
ввода-вывода**

Заключение

Функции базовой подсистемы ввода-вывода

Буферизация и кэширование

Система
управления
вводом-
выводом

Р. Косивец

Операции вы-
числительных
систем

Архитектура
компьютера

Структура
контроллера
устройства

Опрос устройств
и прерывания

Логические
принципы
организации
ввода-вывода

Структура
системы
ввода-вывода

Систематизация
внешних
устройств

**Функции базовой
подсистемы
ввода-вывода**

Заключение

Причины буферизации:

- ▶ Разные скорости приёма и передачи информации у устройств
- ▶ Разные объёмы данных для передачи (символьные и блочные устройства)
- ▶ Копирование информации из приложения в ядро ОС

Кэш (cache - "тайник, запас") - область более быстрой памяти, содержащей копию данных, расположенных в медленной памяти.

Функции базовой подсистемы ввода-вывода

Spooling и захват устройства

- ▶ Применяется для избегания чередования использования (interleaving, race condition, etc.)
- ▶ Простейший пример - spool-файлы для организации очереди печати

Система
управления
вводом-
выводом

Р. Косивец

Операции вы-
числительных
систем

Архитектура
компьютера

Структура
контроллера
устройства

Опрос устройств
и прерывания

Логические
принципы
организации
ввода-вывода

Структура
системы
ввода-вывода

Систематизация
внешних
устройств

**Функции базовой
подсистемы
ввода-вывода**

Заключение

Функции базовой подсистемы ввода-вывода

Обработка прерываний и ошибок

- ▶ Контроллер прерываний
- ▶ Обработка ошибок (бит ошибок)
- ▶ Может быть вынесена в драйвер устройства **intr**

Система
управления
вводом-
выводом

Р. Косивец

Операции вы-
числительных
систем

Архитектура
компьютера

Структура
контроллера
устройства

Опрос устройств
и прерывания

Логические
принципы
организации
ввода-вывода

Структура
системы
ввода-вывода

Систематизация
внешних
устройств

**Функции базовой
подсистемы
ввода-вывода**

Заключение

Функции базовой подсистемы ввода-вывода

Планирование запросов

- ▶ Выбор наиболее приоритетных устройств
- ▶ Краткосрочное планирование обработки устройств
- ▶ В некоторых случаях может быть вынесена в драйвер устройства **strategy**

Система
управления
вводом-
выводом

Р. Косивец

Операции вы-
числительных
систем

Архитектура
компьютера

Структура
контроллера
устройства

Опрос устройств
и прерывания

Логические
принципы
организации
ввода-вывода

Структура
системы
ввода-вывода

Систематизация
внешних
устройств

**Функции базовой
подсистемы
ввода-вывода**

Заключение

Заключение

- ▶ Функционирование любой ОС сводится к двум операциям: обработки информации и ввод-вывод.
- ▶ Физические принципы построения системы ввода-вывода: использование различных адресных пространств для памяти и устройств ввода-вывода, подключение устройств через порты ввода-вывода, механизм прерываний, механизм DMA.
- ▶ Программные принципы: взаимодействие с hardware через драйвер; базовая система ввода-вывода предоставляет определенный набор операций и функций; доступ к базовой системе ввода-вывода осуществляется через системные вызовы; Часть функций базовой системы могут быть вынесены в драйвер устройства.