



Особенности микропроцессоров

Конвейеризация.

Механизм предсказания правильного адреса
перехода

Лекция

к.т.н Ливак Е.Н.

Intel 80486 – 1989 год

- В состав кристалла микропроцессора входит блок обработки чисел с плавающей запятой (сопроцессор)
- На кристалле микропроцессора располагается также внутренняя кэш-память.
- Объем кэш-памяти составляет 8 Кбайт (для кэширования и кодов, и данных)

- Архитектура = ядро + периферийные блоки
- Ядро работает на повышенной частоте

- Упрощенная модель - i486 SX
- Intel 486 DX 2 – удвоенная частота для ядра
- Intel 486 DX 4 – утроенная частота для ядра

Скалярная архитектура Intel 80486

В микропроцессоре i486 появился важный элемент архитектуры – конвейер.

КОНВЕЙЕР – специальное устройство, реализующее такой метод обработки команд внутри микропроцессора, при котором исполнение команды разбивается на несколько этапов.



Скалярная архитектура Intel 80486

i486 имеет **5-ступенчатый конвейер**:

- 1) выборка команды из кэш-памяти или ОП;
- 2) декодирование команды;
- 3) генерация адреса (определение операндов в памяти);
- 4) выполнение операции с помощью арифметико-логического устройства;
- 5) запись результата.



Таким образом, на конвейере может находиться одновременно **пять команд на различной стадии выполнения** \Rightarrow существенно возрастает скорость вычислений.

Микропроцессоры, имеющие один конвейер, называются **скалярными**

Длительность выполнения команд при последовательной и конвейерной обработке

Количество команд	Время	
	при последовательной обработке	при конвейерной обработке
1	100	150
2	200	240
10	1000	420
100	10000	3120

Одновременно с Intel 80486

- Более дешевые и высокопроизводительные по сравнению с Intel 486 DX 4 процессоры фирм AMD и Cyrix
- AMD – K5
- Am5x86-P75
- Cyrix 5x86
- (на данном этапе чуть обогнали)

Intel Pentium (586) – 1993 год

Суперскалярная архитектура

Микропроцессоры, имеющие более одного конвейера, называются суперскалярными.

- 2 целочисленных конвейера + 1 для вещественных чисел

Усовершенствованный блок вычислений с плавающей точкой

В Pentium обычные математические функции вычислений с плавающей точкой (+, *, /) реализованы аппаратно (целочисленная конвейеризация дополнена 8-тактными конвейерными командами вычислений с плавающей точкой).

Итого 3 конвейера – 2 для целочисленных операций (5-тактные), 1 – для операций с плавающей точкой (8-тактные).

Intel Pentium (586)

Раздельное кэширование кода и данных

Pentium содержит уже 2 блока кэш-памяти:

один для кода, один для данных (по 8 Кб) ⇒
увеличивается скорость работы компьютера за счет
одновременного быстрого доступа к коду и данным.

Расширенная 64-битовая шина данных

⇒ Ускорение работы с памятью (за один такт
считывается/записывается сразу несколько 8-байтных
команд/данных)

Расширенная 64-битовая шина адреса (объем ОП памяти)

32-разрядная внутренняя архитектура!!!



Intel Pentium (586)

Предсказание правильного адреса перехода

Под переходом понимается запланированное алгоритмом изменение последовательного характера выполнения программы.

Типичная программа на каждые 6-8 команд содержит 1 команду перехода (условные операторы, операторы цикла, оператор безусловного перехода и т.д.)

⇒ через каждые 6-8 команд необходимо очищать и заполнять заново конвейер ⇒ **теряются преимущества конвейеризации**

Механизм предсказания правильного адреса перехода: суть

Блок предсказания адреса перехода прогнозирует решение программы.

Он основывается на предположении, что ветвь, которая была пройдена, будет использоваться снова (т.е. прогнозируется переход на начало цикла).

Если предсказание верно, переход осуществляется без задержки \Rightarrow увеличение скорости работы. Вероятность правильного предсказания составляет около 80%.

Механизм предсказания правильного адреса перехода: как реализован

Вводится специальный **буфер адресов перехода**, который хранит информацию о последних переходах (= фрагмент памяти, в котором хранится таблица с информацией)

Для команды, управляющей ветвлением, в буфере запоминаются

- 1) сама команда,
- 2) адрес перехода и
- 3) предположение о том, какая ветвь программы будет выполнена следующей.

Например, для Pentium – хранится информация о 256 переходах (о 256 командах ветвления).

Архитектурные особенности процессоров Pentium

- Суперскалярная архитектура
- Раздельное кэширование кода и данных
- Механизм предсказания правильного адреса перехода
- Усовершенствованный блок вычислений с плавающей точкой
- Расширенная 64-битовая шина данных и шина адреса

Pentium Pro – 1995 год

- Кэш-память использует собственную шину, независимую от системной

= архитектура с двумя независимыми шинами

Увеличение пропускной способности каналов передачи данных

- ⇒ 3 конвейера по 14 ступеней
- ⇒ 64-разрядная шина данных, 36-разрядная шина адреса
- ⇒ 16 Кб внутренней кэш-памяти (L1) (8+8)
- ⇒ 256 Кб - кэш второго уровня (в одном модуле с микропроцессором, но на отдельной микросхеме)

Pentium MMX – 1997 год

- Ускорение 2D- и 3D-графики за счет дополнительных регистров и типов данных
- + 57 команд команд для эффективной обработки звука, видео, графики.
(операции, для которых Pentium требовалось выполнить десятки или сотни команд закодированы одной инструкцией)
- !!! Под конкретное ПО – ОС Windows 95.

Pentium II – 1997 год

- Улучшенные технические характеристики (Pentium Pro + средства MMX)
- Рост тактовой частоты
- Кэш-память L1 – **32 Кб (16+16)**
- Кэш-память L2 – **32 Кб**

Pentium III – 1999 год

- Усовершенствовано ядро процессора
- Улучшена работа кэша L2 (объем 256 Кб)
- 10-ступенчатый конвейер

Pentium 4 – 2000 год

(7 поколение компьютеров)

- По-прежнему **32-разрядная внутренняя архитектура!!!**
- Улучшенные характеристики традиционных блоков и технологий
- Новые технологии
 - Данные считываются 4 раза за 1 такт
 - Гиперконвейерная обработка данных
 - 20-ступенчатый конвейер (не очень хорошо)
 - Блок быстрого выполнения команд работает на удвоенной частоте ядра
 - Кэш-память с отслеживанием выполнения команд
 - Кэш-память L2 (256 Кб) интегрирована в микросхему.
 - Кэши L1, L2 соединены и обеспечивается быстрая передача данных между ними

Процессоры Intel Celeron

Упрощенная версия
процессоров Pentium II, III и 4 (для дешевых ПК)

- уменьшен объем кэша L2 в 2 раза
- Уменьшена разрядность шин
- Отсутствует ряд расширенных функций

Процессоры AMD

- Более 20 лет конкурентной борьбы с корпорацией Intel
- 7 поколение компьютеров в 2000 году представлено **AMD K7 (Athlon)**



Первыми наладили производство процессора 8 поколения – с 64-разрядной внутренней архитектурой!!!

Сперва для промышленного применения – AMD Opteron

Затем для настольных ПК – AMD64

!!! Требуется новая ОС, новое прикладное ПО

Athlon64 – одновременная поддержка и 32- и 64-разрядного ПО