

Лекция 4

Производительность вычислительных средств

Ефимов Александр Владимирович
E-mail: alexandr.v.efimov@sibguti.ru

Курс «Архитектура вычислительных систем»
СибГУТИ, 2020

Об архитектуре ЭВМ

Полная и детальная спецификация интерфейса «ЭВМ-пользователь» (1960-е, при создании семейства ЭВМ IBM-360)

Пользователь = оператор, программист, инженер, техническое средство (например, удаленный терминал)

Интерфейс – аппаратурно-программный посредник между ЭВМ и пользователем.

Понятие архитектуры ЭВМ

Архитектура ЭВМ – совокупность свойств и характеристик ЭВМ, призванных удовлетворить потребности пользователей.

Архитектура вычислительного средства – это концепция взаимосвязи и функционирования его аппаратурных (Hardware) и программных (Software) компонентов

Потребности пользователей

- Доступные для решения классы задач
- Языки программирования
- Возможности средств разработки
- Возможности операционной системы
- Доступные способы обработки информации
- Способы и протоколы доступа

Основные характеристики

- Быстродействие
- Форма представления чисел
- Разрядность слов
- Характеристики памяти
- Характеристики устройств ввода/вывода
- Цена
- Показатели надежности

О понятии семейства ЭВМ

Семейство ЭВМ - совокупность архитектурно близких ЭВМ, выделенная для фиксированного уровня развития вычислительной техники и электронной технологии.

Машины ЭВМ принадлежащие одному семейству называют моделями.

Совместимость:

- Аппаратная/Информационная/Программная
- «внизу-вверх» - «сверху-вниз»

Совместимость «внизу-вверх»

- «внизу-вверх»

Программа, написанная для младшей модели может быть исполнения на любой другой модели.

- «вверху-вниз»

На старшей модели могут быть написаны программы для реализации на любой из младших моделей.

Аппаратурная совместимость

Обеспечивается единством конструктивных решений, модульностью построения ЭВМ, стандартизацией связи и процедур управления.



Информационная совместимость

Обеспечивается использованием единых форматов представления данных, единых способов построения файлов и использованием одинаковых носителей данных.

Программная совместимость

Достигается единством функциональной структуры ЭВМ, единством команд и систем адресации.

Набор любой из моделей семейства ЭВМ принадлежит единой системе команд.

О производительности ЭВМ

Под производительностью ЭВМ (Computer Performance) понимается ее способность обрабатывать информацию.

В процессе обработки информации в ЭВМ реализуются те или иные операции из ее набора (или системы) операций.

Всегда имеет место зависимость времени выполнения операции от времени обращения к памяти.

Показатели производительности

- Тактовая частота. Время такта – это время выполнения элементарной операции процессора (порядка $1 \text{ нс} = 10^{-9} \text{с}$).
- номинальное быстродействие,
быстродействие по Гибсону,
- среднее быстродействие
- среднее эффективное быстродействие

Номинальное быстродействие

Номинальным (или пиковым, или техническим) быстродействием (Nominal Speed или Peak Speed) ЭВМ называют среднее число операций, выполняемых процессором (при равновероятном их выборе) в единицу времени (секунду) при работе только с оперативной памятью.

$\{K_1, K_2, \dots, K_j, \dots, K_k\}$ – часть операций из их полного набора (системы), которые не требуют обращений процессора к внешней памяти и устройствам ввода-вывода информации;

τ_j – время (в секундах) выполнения операции K_j ;

$1/k$ – вероятность выбора любой операции K_j , $j \in \{1, 2, \dots, k\}$

$$k^{-1} \sum_{j=1}^k \tau_j$$

$$\omega' = k \left(\sum_{j=1}^k \tau_j \right)^{-1}.$$

Быстродействие по Гибсону

ρ_j , $j \in \{1, 2, \dots, k\}$ – вероятность выбора операции K_j

$$\sum_{j=1}^k \rho_j \tau_j; \quad \omega^0 = \left(\sum_{j=1}^k \rho_j \tau_j \right)^{-1}.$$

Среднее быстродействие

$\{I_1, I_2, \dots, I_i, \dots, I_L\}$ – набор типовых задач (эталонных тестов или программ оценки производительности, Benchmarks)

V_i – число операций, непосредственно входящих в программу решения задачи I_i

t_i – время (в секундах) решения задачи I_i $i \in \{1, 2, \dots, L\}$

$\omega_i = V_i / t_i$ – быстродействием ЭВМ при решении типовой задачи I_i

$\{\pi_1, \pi_2, \dots, \pi_i, \dots, \pi_L\}$ – распределение вероятностей спроса на типовые задачи I_i

$$\sum_{i=1}^L \pi = 1,$$

$$\sum_{i=1}^L \pi_i / \omega_i$$

$$\omega = \left(\sum_{i=1}^L \pi_i / \omega_i \right)^{-1}.$$

Среднее эффективное быстродействие

В условиях “стандартизации” операций и форматов операндов. В качестве стандартной может быть взята операция, через которую могут быть выражены все остальные операции в каждой из сравниваемых несовместимых машин.

$\omega_i^* = \nu_i^* / t_i$, - эффективным быстродействием ЭВМ при решении типовой задачи I_i

ν_i^* - число стандартных операций, с помощью которых можно интерпретировать программу решения задачи

t_i - время решения задачи I_i на ЭВМ (вкл. Накладные расходы)

$$\omega^* = \left(\sum_{i=1}^L \pi_i / \omega_i^* \right)^{-1}.$$

Единицы измерения производительности

1 MHz = ?

1 GHz = ?

1 MIPS (Million of Instructions Per Second) = ?

1 GIPS = ?

FLOPS (FLoating-point Operations Per Second)

1 MFLOPS = ?

1 GFLOPS = ?

1 MFLOPS = ?

1 TFLOPS = ?

1 PFLOPS = ?

1 EFLOPS = ?

Память

- Единицы количества информации
- Емкость памяти
- Ширина выборки
- Время выборки
- Время обращения
- Пропускная способность
- Удельная стоимость

Литература

Хорошевский В.Г. Архитектура вычислительных систем. Учебное пособие. – М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2005; 2-е издание, 2008.

Хорошевский В.Г. Инженерные анализ функционирования вычислительных машин и систем. – М.: “Радио и связь”, 1987.