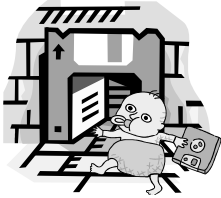


Введение в компьютерные науки



Компьютерные науки

© М.Л. Цымблер

Содержание

- Что изучают компьютерные науки?
- Основные понятия компьютерных наук:
 - Информация
 - Определение. Измерение. Свойства. Обработка.
 - Компьютер
 - Определение. Структура. Архитектура. Эволюция. Классификация.
- Аппаратные, программные, алгоритмические средства компьютерных наук

Компьютерные науки

© М.Л. Цымблер

2

Предмет компьютерных наук

- *Компьютерные науки (Computer Science)* изучают структуру, общие свойства, закономерности и методы создания, хранения, поиска, обработки и применения информации в различных сферах человеческой деятельности на базе компьютерной техники.

Компьютерные науки

© М.Л. Цымблер

3

Другие термины-синонимы

- *Информатика* (англ. Informatics, фр. Informatique) – аббревиатура от "Информатика + Автоматика"
- *Вычислительные науки* – рус., устар.

Приоритетные направления

- Теория информации – изучение процессов передачи, приема, преобразования, хранения информации.
- Биоинформатика – изучение информационных процессов в биологических системах.
- Социальная информатика – изучение процессов информатизации общества.
- Разработка программного обеспечения для разл. сфер человеческой деятельности.
- Разработка аппаратного и алгоритмического обеспечения.
- Телекоммуникационные системы и сети.
- Методы машинной графики, анимации, средств мультимедиа.
- Методы искусственного интеллекта.
- ...

Информация

- *Информация* (лат. informatio – разъяснение) – сведения об объектах, явлениях, их параметрах, свойствах, состоянии, которые уменьшают имеющуюся о них степень неопределенности, неполноты знаний. (Н.В. Макарова)
- *Информация* – это обозначение содержания, полученного из внешнего мира в процессе нашего приспособления к нему и приспособления к нему наших чувств. (Н. Винер)

Информация

- *Информация* – это содержание процесса отражения.
(Тузов)
- *Информация* – это отраженное разнообразие.
(Урсул)
- *Информация* – это мера сложности структур.
(Моль)
- *Информация* – это вероятность выбора.
(Яглом)

Компьютерные науки

© М.Л. Цымблер

7

Информация vs данные

- *Данные* – хранимые, но *не используемые* сведения об объектах, явлениях, их параметрах, свойствах, состоянии.



- Информация характеризует не сообщение, а *соотношения между сообщением и его потребителем*. Без наличия потребителя (хотя бы потенциального) говорить об информации бессмысленно.

Компьютерные науки

© М.Л. Цымблер

8

Проблемы обработки информации

- Как измерить количество и качество информации?
- Как представить информацию для ее обработки компьютером?

Компьютерные науки

© М.Л. Цымблер

9

Измерение информации

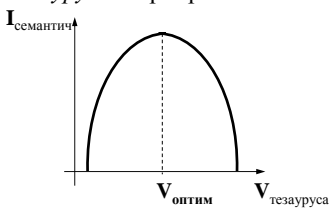
- Параметры измерения информации:
 - Объем данных V
 - Количество информации I
- Меры информации:
 - Прагматическая мера
 - Семантическая мера
 - Синтаксическая мера

Прагматическая мера информации

- *Прагматическая мера* используется для измерения полезности и ценности информации для достижения поставленной цели.
- $I_{\text{прагм}}$ измеряется в тех же единицах, что и целевая функция

Семантическая мера информации

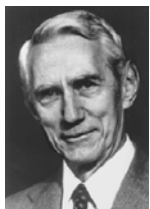
- *Семантическая мера* используется для измерения информации относительно имеющегося в ней смысла.
- Относительная мера количества информации $S = I_{\text{семантич}} / V$
- *Тезаурус* – априорные знания пользователя.



Синтаксическая мера информации

- *Синтаксическая мера* используется для измерения информации безотносительно к объекту.
- **V** – количество символов в сообщении
- *Подход Р. Хартли*: получение информации есть выбор одного сообщения из конечного наперед заданного множества равновероятных сообщений.
- Хартли: $I_{\text{синт}} = \log_2 V$

Синтаксическая мера информации



Клод Эльвуд Шеннон (1916-2001)

- *Подход К. Шеннона*: получение информации есть выбор одного сообщения из конечного наперед заданного множества сообщений, не обязательно равновероятных.
- Шеннон: $I_{\text{синт}} = -\sum_{i=1}^n p_i \log_2 p_i$ – *энтропия* сообщения
 p_i – вероятность появления i -го символа

Синтаксическая мера информации

- Сообщение:
To be or not to be? That is a question!
- Количество символов:
 $V=39$
- Частоты и вероятности символов:
- Энтропия сообщения:
По Хартли: $I=5,28$
По Шеннону: $I=3,48$

Символ	Частота	Вероятность
A	2	5%
B	2	5%
E	3	8%
H	1	3%
I	2	5%
N	2	5%
O	5	13%
Q	1	3%
R	1	3%
S	2	5%
T	6	15%
U	1	3%
?	1	3%
!	1	3%
9	9	23%
Всего	39	100%

Единица измерения информации

- *Бит* (*bit, binary digit* – двоичная цифра) – количество информации, минимально необходимое для различения двух равновероятных сообщений.
- *Бит* – минимальный объем памяти компьютера, необходимый для хранения числа двоичной системы счисления (0 или 1).
- *Децима* (*dit, decimal digit* – десятичная цифра) – альтернативная единица измерения информации, ... 10 равновероятных сообщений.

Показатели качества информации

- *Адекватность информации* – уровень соответствия реального объекта образу, созданному с помощью полученной информации.
- *Репрезентативность* – правильность отбора и формирования информации для адекватного отражения свойств объекта.
- *Актуальность* – степень сохранения ценности информации с течением времени.
- *Содержательность* – семантическая емкость информации, $I_{\text{семантич}}/\sqrt{v}$.
- *Лаконичность* сообщения – величина $I_{\text{синтаксич}}/\sqrt{v}$.

Восприятие и обработка информации

Алгоритмы

Программы

Васнецов Виктор Михайлович (1848, с. Лопьял Вятской губ. – 1926, Москва) - художник. Он рано начал рисовать, но был отдан в 1858 в Вятское духовное училище, а в 1862 был переведен в Вятскую духовную семинарию, откуда ушел в 1867 из предпоследнего философского класса ...

Представление информации в компьютере

- Для представления в компьютере все символы сообщения *кодируются* с помощью последовательности битов.
- *Бит* – число двоичной системы счисления, которое может принимать значение 0 или 1.
- Для представления символов на клавиатуре компьютера (буквы английского и русского языков, цифры, знаки пунктуации и проч.) используется 8-разрядная последовательность битов.

Таблица ASCII

- Кодировка символов на клавиатуре компьютера зафиксирована в *таблице ASCII (American Standard Code for Information Interchange, американский стандартный код для обмена информацией)*.

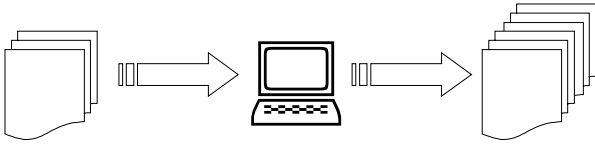
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F		
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F	8	A	B	В	Г	Д	Е	Ж	З	И	Й	К	Л	М	Н	О	П	
1	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	9	Р	С	Т	У	Ф	Х	Ц	Ч	Ш	Щ	Ъ	Ы	Ь	Э	Ю	Я
2	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	A	а	б	в	г	д	е	ж	з	и	й	к	л	м	н	о	п
3	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	B	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·
4	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	C	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·
5	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	D	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·
6	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	E	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·
7	112	113	114	115	116	117	118	119	120	121	122	123	124	125	126	127	F	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·

Измерение информации в компьютере

Единица	Значение	Приставка
1 байт	8 бит	–
1 Кбайт	2 ¹⁰ байт	«кило»
1 Мбайт	2 ¹⁰ Кбайт	«мега»
1 Гбайт	2 ¹⁰ Мбайт	«гига»
1 Тбайт	2 ¹⁰ Гбайт	«тера»
1 Пбайт	2 ¹⁰ Тбайт	«пета»

Что такое компьютер?

- *Компьютер* – электронный вычислитель, производящий обработку информации (данных) в соответствии с закладываемыми в него программами.

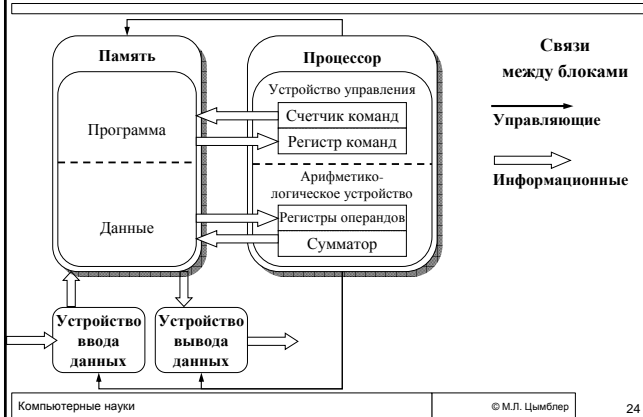


Входные данные Компьютер Выходные данные

Программа

- *Компьютерная программа* – последовательность команд.
- *Команда* – описание операции, которую должен выполнить компьютер. Команда имеет *код* (условное обозначение), *исходные данные* (операнды) и *результат*.
- *Система команд* – набор команд, выполняемых данным компьютером.

Принципы построения компьютера



Функции процессора и памяти

- Функции процессора:
 - обработка данных по заданной программе путем выполнения арифметических и логических операций;
 - программное управление работой устройств компьютера
- Функции памяти:
 - приём данных из других устройств;
 - хранение данных;
 - выдача данных по запросу в другие устройства.

Компьютерные науки

© М.Л. Цымблер

25

Регистры

- *Регистр* – специализированная ячейка памяти для промежуточного хранения данных.
- *Сумматор* – регистр АЛУ, участвующий в выполнении каждой операции.
- *Счетчик команд* – регистр УУ, который хранит адрес очередной выполняемой команды.
- *Регистр команд* – регистр УУ, который хранит команду в период ее выполнения: код операции, коды адресов операндов.

Компьютерные науки

© М.Л. Цымблер

26

Принципы работы компьютера



Джон фон Нейман
(1903-1954)

- Сформулированы Дж. фон Нейманом в 1946 г.
- Принципы фон Неймана:
 1. Программное управление
 2. Однородность памяти
 3. Адресность памяти

Компьютерные науки

© М.Л. Цымблер

27

Принцип программного управления

- Программа состоит из набора команд, которые автоматически выполняются процессором (без вмешательства человека).
 - Выборка очередной команды из памяти осуществляется с помощью *счетчика команд*, увеличивающий хранимый в нем адрес очередной команды на длину команды.
 - Специализированные команды условного и безусловного переходов которые заносит в счетчик команд адрес, содержащий следующую команду.
 - Выполнение команд прекращается после достижения и выполнения команды "стоп".

Принцип однородности памяти

- Программы и данные хранятся в одной и той же памяти.
 - Компьютер не различает, что хранится в данной ячейке памяти – число, текст или команда. Над командами можно выполнять такие же действия, как и над данными.
 - Команды одной программы могут быть получены как результат выполнения другой программы.

Принцип адресности

- Память состоит из пронумерованных ячеек. Процессору в произвольный момент времени доступна любая ячейка.
 - Область памяти можно именовать, чтобы в процессе выполнения программ обращаться по именам к значениям в ячейках данной области.

Алгоритм работы компьютера

0. НАЧАЛО
1. УУ: Выбрать команду по адресу памяти из УУ.СчетчикКоманд
2. УУ: Увеличить УУ.СчетчикКоманд на длину команды
3. УУ: Записать команду в УУ.РегистрКоманд
4. УУ: Если команда="СТОП" то перейти к шагу 10.
5. УУ: Выбрать операнды по адресам памяти из УУ.РегистрКоманд
6. УУ: Записать операнды в АЛУ.РегистрыОперандов
7. АЛУ: Выполнить операцию над операндами
8. АЛУ: Сохранить результат (в памяти/регистре/...)
9. Перейти к шагу 1.
10. КОНЕЦ

Архитектура компьютеров

- *Архитектура компьютера* – логическая организация, структура и ресурсы компьютера, которые может использовать (системный) программист. Архитектура определяет принципы действия, информационные связи и взаимное соединение основных логических узлов компьютера.
- Архитектура включает:
 - описание пользовательских возможностей программирования;
 - описание системы команд и системы адресации;
 - организацию памяти;
 - ...

Архитектура компьютеров

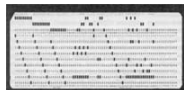
- *Классическая архитектура* основана на принципах фон Неймана.
- *Многoproцессорная архитектура* предусматривает наличие в компьютере нескольких процессоров, что позволяет параллельно обрабатывать несколько потоков данных и несколько потоков команд.
- *Кластерная архитектура* предполагает объединение в вычислительный комплекс классических компьютеров.

Эволюция компьютеров

- *Поколение* отражает изменения элементной базы компьютеров (лампы, транзисторы, микросхемы и др.), расширение области применения и изменение характера использования компьютеров.
- Поколения компьютеров:
 1. 1947-55, электронные лампы
 2. 1955-65, транзисторные элементы
 3. 1960-70, интегральные схемы
 4. 1970-..., большие интегральные схемы
 5. (планы), обычный компьютер+интеллектуальный интерфейс

Первое поколение компьютеров

- Элементная база – электронные лампы.
- Небольшой набор команд и примитивная схема процессора.
- Небольшой объем оперативной памяти, низкое быстродействие (10^3 операций/сек).
- Устройства ввода – перфокарты.
- Отсутствие программного обеспечения.
- Огромные размеры.
- Высокая стоимость.



Второе поколение компьютеров

- Элементная база – транзисторы, оперативная память на магнитных сердечниках.
- Быстродействие до 10^5 операций/сек., объем оперативной памяти – 10^4 слов.
- Появление языков программирования высокого уровня, трансляторов и операционных систем.
- Устройства ввода-вывода данных – магнитные ленты, барабаны и диски.



Третье поколение компьютеров

- Элементная база – интегральные схемы.
- Быстродействие до 10^6 операций/сек.,
объем оперативной памяти – 10^5 слов.
- Появление понятий *архитектуры* и *программной совместимости* компьютеров.
- IBM-360, IBM-370,
ЕС ЭВМ, СМ ЭВМ



Компьютерные науки

© М.Л. Цымблер

37

Четвертое поколение компьютеров

- Элементная база – интегральные схемы.
- Быстродействие до 10^8 операций/сек.,
объем оперативной памяти – 10^2 Мб.
- Персональные компьютеры, компьютерные сети

Компьютерные науки

© М.Л. Цымблер

38

Пятое поколение компьютеров (?)

- Элементная база – сверхбольшие интегральные схемы.
- Традиционный компьютер + интеллектуальный интерфейс (воспринимает условие задачи с рукописного и печатного текста, с голоса и др. и переводит его в работающую программу для традиционного компьютера).
- Обработка знаний вместо обработки данных.

Компьютерные науки

© М.Л. Цымблер

39

Классификация компьютеров

- Основные критерии классификации :
 - этапы развития (поколения компьютеров)
 - архитектура (принцип построения)
 - производительность
 - назначение и условия эксплуатации

Классификация компьютеров (по производительности и характеру использования)

- *Микрокомпьютеры* – компьютеры, в которых центральный процессор выполнен в виде микропроцессора.
 - *Микроконтроллер* – специализированный микропроцессор для систем управления или технологических линий.
 - *Персональный компьютер* – компьютер универсального назначения, рассчитанный на одного пользователя.
- *Мейнфреймы* – сложные и дорогие компьютеры для решения научно-технических задач.
- *Суперкомпьютеры* – высокопроизводительные (от 10^{11} операций в сек.) многопроцессорные или многомашинные комплексы.



Средства компьютерных наук



Алгоритмические средства

- *Алгоритмические средства (brainware)*, или просто *алгоритмы* – точно сформулированные правила, определяющие процесс преобразования информации для решения поставленной задачи.

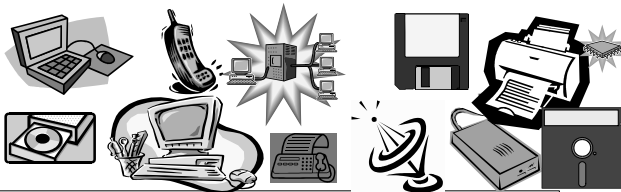
Дано:
 a, b, c – вещественные
 Найти:
 корни уравнения $ax^2+bx+c=0$

```

Алгоритм КОРНИ;
вход вещ  $a, b, c$ ;
выход вещ  $x1, x2$ ;
перем вещ  $D$ ;
начало
 $D := b*b - 4*a*c$ ;
если  $D < 0$  то
    аварыход ("Корней нет");
иначе
 $x1 := (-b + \text{sqrt}(D)) / (2*a)$ ;
 $x2 := (-b - \text{sqrt}(D)) / (2*a)$ ;
конец если
конец
    
```

Аппаратные средства

- *Аппаратные средства (hardware)* включают в себя все материальные компоненты – компьютеры и средства коммуникации между ними, устройства хранения и записи информации и др.



Программные средства

- *Программные средства (software)* включают в себя нематериальные компоненты – операционные системы, прикладные программы, системы программирования и др.