

ИНФОРМАТИКА А



LOGIC

4 При первом знакомстве с задачей состояние учеников и учителей было близко к шоковому...

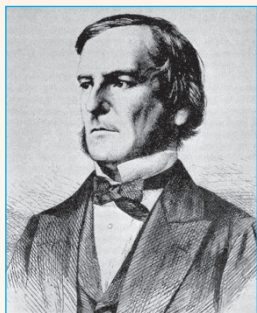
14 __сл __уд __л __ть
__б__о__ - __8__0__%__т
__кст __, __го __смысл
__вс __р __вно __уд __тсЯ
__вос __т __нов __ть __

48 Мышь – вершина эволюции





НА ОБЛОЖКЕ



▶ Наступающий 111110111111 год — знаменательный и для нашего предмета, и для нашей науки. В следующем году исполняется 11001000 лет со дня рождения Джорджа Буля!

В НОМЕРЕ

3 ПАРА СЛОВ

▶ Windows: сразу “в десятку”?

4 ЕГЭ

▶ Системы логических уравнений: решение с помощью битовых цепочек

14 УЧЕБНИКИ

▶ Информация и информационные процессы

28 ЮБИЛЕИ 2014 ГОДА

46 ВНЕКЛАССНАЯ РАБОТА

▶ Фокус “Отгадывание двух задуманных чисел”

48 ЗАНИМАТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПЫТЛИВЫХ УЧЕНИКОВ И ИХ ТАЛАНТЛИВЫХ УЧИТЕЛЕЙ

▶ “В мир информатики” № 203

В ЛИЧНОМ КАБИНЕТЕ

Облачные технологии от Издательского дома “Первое сентября”

Уважаемые подписчики бумажной версии журнала!

Дополнительные материалы к номеру и электронная версия журнала находятся в вашем Личном кабинете на сайте www.1september.ru.

Для доступа к материалам воспользуйтесь, пожалуйста, кодом доступа, вложенным в №7–8/2014.

Срок действия кода: с 1 июля по 31 декабря 2014 года.

Для активации кода:

- зайдите на сайт www.1september.ru;
- откройте Личный кабинет (создайте, если у вас его еще нет);
- введите код доступа и выберите свое издание.

Справки: podpiska@1september.ru или через службу поддержки на портале “Первое сентября”.



ЭЛЕКТРОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ

▶ Презентации и исходные файлы к статьям номера

ИНФОРМАТИКА

ПОДПИСНЫЕ ИНДЕКСЫ

по каталогу “Почта России”: 79066 — бумажная версия, 12684 — электронная версия

<http://inf.1september.ru>

Учебно-методический журнал для учителей информатики
Основан в 1995 г.
Выходит один раз в месяц

РЕДАКЦИЯ:
гл. редактор С.Л. Островский
редакторы

Е.В. Андреева,
Д.М. Златопольский
(редактор вкладки
“В мир информатики”)

Дизайн макета И.Е. Лукьянов
верстка Н.И. Пронская
корректор Е.Л. Володина
секретарь Н.П. Медведева
Фото: фотобанк Shutterstock
Журнал распространяется по подписке
Цена свободная
Тираж 27 000 экз.
Тел. редакции: (499) 249-48-96
E-mail: inf@1september.ru
<http://inf.1september.ru>

ИЗДАТЕЛЬСКИЙ ДОМ
“ПЕРВОЕ СЕНТЯБРЯ”

Главный редактор:
Артем Соловейчик
(генеральный директор)

Коммерческая деятельность:
Константин Шмарковский
(финансовый директор)

Развитие, IT
и координация проектов:
Сергей Островский
(исполнительный директор)

Реклама, конференции
и техническое обеспечение
Издательского дома:
Павел Кузнецов

Производство:
Станислав Савельев

Административно-
хозяйственное обеспечение:
Андрей Ушков

Педагогический университет:
Валерия Арсланьян (ректор)

ЖУРНАЛЫ ИЗДАТЕЛЬСКОГО ДОМА
“ПЕРВОЕ СЕНТЯБРЯ”
Английский язык – А.Громушкина
Библиотека в школе – О.Громова
Биология – Н.Иванова
География – и.о. А.Митрофанов
Дошкольное образование – Д.Тюттерин
Здоровье детей – Н.Сёмина
Информатика – С.Островский
Искусство – О.Волкова
История – А.Савельев
Классное руководство и воспитание школьников – М.Битянова

Литература – С.Волков
Математика – Л.Рослова
Начальная школа – М.Соловейчик
Немецкий язык – М.Бузоева
ОБЖ – А.Митрофанов
Русский язык – Л.Гончар
Спорт в школе – О.Леонтьева
Технология – А.Митрофанов
Управление школой – Е.Рачевский
Физика – Н.Козлова
Французский язык – Г.Чесновицкая
Химия – О.Блохина
Школа для родителей – Л.Печатникова
Школьный психолог – М.Чибисова

УЧРЕДИТЕЛЬ:
ООО “ЧИСТЫЕ ПРУДЫ”

Зарегистрировано
ПИ № ФС77-44341
от 22.03.2011
в Министерстве РФ
по делам печати
Подписано в печать:
по графику 15.10.2014,
фактически 15.10.2014
Заказ №
Отпечатано в ОАО “Первая
Образцовая типография”
Филиал “Чеховский Печатный Двор”
ул. Полиграфистов, д. 1,
Московская область,
г. Чехов, 142300
Сайт: www.chpd.ru
E-mail: sales@chpk.ru
Факс: 8 (495) 988-63-76

АДРЕС ИЗДАТЕЛЯ:
ул. Киевская, д. 24,
Москва, 121165
Тел./факс: (499) 249-31-38

Отдел рекламы:
(499) 249-98-70
<http://1september.ru>

ИЗДАТЕЛЬСКАЯ ПОДПИСКА:
Телефон: (499) 249-47-58
E-mail: podpiska@1september.ru

Одн т нф мцямо тбтьп дн спомощью р ныхсо бщ , н пр , ч рз устную рчь, спом юзпск л сп щью флжного см фор, к йдолго врмя спльзовлся н флот. Вто врмяодно ж соб н м тнст рзную нформцю для рзных пр мн ков. Тк фр з «ВСнтьяго дт дождь», прдння в 1973 годун во нных р дочстотх, для сторонн ков гн рл . Пн очт в Чл послужл с гн лом кн ч лу госуд рств ного пр ворот . К сож л н ю, в р льном кн л связ вс гд д йствуют пом х: посторонн звук пр р зговор , шумы р д оэф р др. Пом х могут ск жть со бщ н , вплоть до полной пот р нформ ц (вспомнт т л фонны р зговоры пр сл бом с гн л сотовой ст). Чтобы содр ж н со бщ н я, ск жного пом х м , можно было вос т нов ть, оно должно быть збыточным, то сть, в н м должны быть «л шн » эл м нты, б з которых смысл вс р вно вос т н вл в тся. Н пр м р, в со бщ н «Влг впдт в Кспск мор» мног уг д ют фр зу «Волг вп д т в К сп йско мор », з которой убр л вс гл сны . Этот пр м р говор т о том, что ст ств нны язык (н пр м р, рус к й) содр жт много «л шн го», х збыточность оц н в тся в 60-80% (сл уд л ть 60-80% т кст , го смысл вс р вно уд тся вос т нов ть). В курс нформ т к мы буд м р с м тр в ть пр д чу нформ ц м нно к к п р д чу со бщ н й м жду компьют рным с ст м м , отвл к ясь от х смысл .

Информация и информационные процессы*

Информатика и информация

Ключевые слова:

- информатика
- информация
- данные
- знания

К.Ю. Поляков,
д. т. н., Санкт-Петербург,
<http://kpolyakov.spb.ru>,

Е.А. Еремин,
к. ф.-м. н., г. Пермь

Информатика

Слова “информатика” и “информация” родственные, это видно даже по их написанию. И это не случайно: информатика — это наука, изучающая прежде всего информацию и ее свойства.

Задачи, связанные с хранением, передачей и обработкой информации, человеку приходилось решать во все времена: требовалось передавать знания из поколения в поколение, искать нужные книги в хранилищах, шифровать секретную переписку.

К концу XIX века количество документов в библиотеках стало настолько велико, что возникла необходимость применить научный подход к задачам хранения и поиска накопленной информации. Изобретение компьютеров в середине XX века значительно увеличило возможности людей в области работы с информацией, позволило автоматизировать рутинную работу.

Считается, что слово *информатика* образовалось в результате объединения слов “информация” и “автоматика”. Таким образом, получается “автоматическая работа с информацией”.

Современная информатика стала самостоятельной наукой в 70-х годах XX века. Она изучает информацию, ее свойства, а также методы хранения, передачи и обработки информации с помощью компьютеров. Одно из важнейших направлений информа-

* Глава из будущего учебника для 7-го класса.

тики — *программирование*, то есть разработка программ для компьютеров.

В нашем курсе мы познакомимся и с *информационными технологиями*, которые используются во всех областях современной жизни: при оформлении документов; при подготовке книг и журналов к печати; для расчета зарплаты; в медицине и образовании; для продажи билетов на поезда и самолеты; для автоматизации производства; при проектировании зданий, кораблей, станков и т.д. Во всех этих сферах используется понятие *информация*.

Что такое информация?

Латинское слово *informatio* переводится как “разъяснение”, “сведения”. В быту под информацией мы обычно понимаем любые сведения или данные об окружающем нас мире и о нас самих. Однако дать общее определение информации весьма непросто. Более того, в каждой области знаний слово “информация” имеет свой смысл.

Биологи рассматривают информационные процессы в живой природе. Социологи изучают ценность и полезность информации в человеческом обществе. Специалистов по компьютерной технике в первую очередь интересует представление информации в виде знаков.

Попробуем посмотреть на информацию с разных точек зрения и попытаемся выявить некоторые ее свойства. Прежде всего информация сама по себе “бестелесна”, она не имеет формы, размеров, массы. С этой точки зрения информация — это то содержание, которое человек с помощью своего сознания “выделяет” из окружающей среды.

Давайте сравним два изображения одинакового размера (рис. 1.1). На первом из них пусто, а на втором мы видим фотографию. Вряд ли кто-то способен долго разглядывать чистый лист, в то же время, можно долго смотреть на фотографию, открывая все новые и новые детали. Почему так?

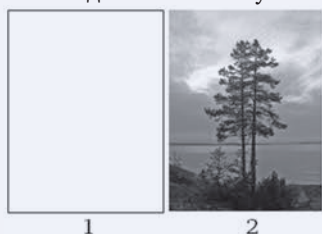


Рис. 1.1

Первый рисунок разглядывать неинтересно, там все одинаково — везде белый цвет. На втором рисунке есть *разнообразие*, он неоднороден. Поэтому можно сказать, что он содержит больше информации, чем первый.

Чем больше **разнообразие** в окружающем мире, тем больше информации мы получаем.

Зачем вообще нам нужна информация? Дело в том, что наши знания всегда в чем-то неполны. Например, вы стоите на остановке и не знаете, на каком именно автобусе вам нужно ехать в гости к другу (его адрес известен). Недостаток информации мешает вам решить свою задачу. Нужный номер автобуса можно опреде-

лить, например, по карте с маршрутами транспорта на вашем смартфоне. Очевидно, что при этом вы получите новую информацию, которая увеличит знание.

При получении информации **увеличиваются знания**.

Слово “информация” используется в самых различных ситуациях для обозначения того общего, что есть в разговоре людей, обмене письмами, чтении книги, прослушивании музыки, передаче сообщения через компьютерную сеть и т.д. Для подобных терминов трудно дать короткое и строгое определение — гораздо проще объяснить значение этого слова на конкретных примерах.

Как человек получает информацию

Человек получает информацию через свои органы чувств: глаза, уши, рот (орган вкуса — язык), нос и кожу. Поэтому всю получаемую нами информацию можно разделить на следующие виды:

- *зрительная информация*, которая поступает через глаза (по разным оценкам, 80–90% всей получаемой нами информации);
- *звуковая информация*;
- *вкусовая информация*;
- *запахи* (обонятельная информация);
- *тактильная информация*, которую мы получаем с помощью осязания, “на ощупь”.

Представление информации

Информация может быть представлена в различных формах:

- *текстовая информация* — последовательность символов (букв, цифр, знаков); в тексте важен порядок их расположения, например, КОТ и ТОК — два разных текста, хотя они состоят из одинаковых символов;
- *числовая информация* (иногда ее не считают отдельным видом информации, полагая, что число — это текст специального вида, состоящий из цифр);
- *графическая информация* (рисунки, картины, чертежи, карты, схемы, фотографии);
- *звуковая информация* (звучание голоса, мелодии, шум, стук, шорох и т.п.);
- *мультимедийная информация*, которая объединяет несколько форм (например, видеоинформация).

Обратим внимание, что одна и та же информация может быть представлена по-разному. Например, результаты измерения температуры воздуха в течение недели можно сохранить в виде текста, таблицы, графика, диаграммы, видеофильма и т.д.

Свойства информации

Идеальная информация должна быть

- *объективной* (не зависящей от чьего-либо мнения);
- *понятной* для получателя;
- *полезной* (позволяющей получателю решать свои задачи);
- *достоверной* (правильной, истинной);
- *актуальной* (значимой в данный момент);
- *полной* (достаточной для принятия решения).

Конечно, информация не всегда обладает всеми этими свойствами. Информация в сообщении “В стакане мало молока” необъективна (для одного полстакана — это мало, а для другого — много). Сообщение 私は散掉に行った。 непонятно для нас (оно означает “Я пошел гулять”, только по-японски).

Полезность информации определяется для каждого человека в конкретной ситуации. Например, информация о том, как древние люди добывали огонь, для большинства городских жителей бесполезна, поскольку она никак не помогает им решать свои жизненные задачи. С другой стороны, в экстремальной ситуации, когда человек оказывается один на один с природой, такие знания очень полезны, потому что увеличивают шансы на выживание, то есть помогают достичь цели.

Слухи, байки, искаженная информация (в том числе дезинформация) — это примеры недостоверной информации. Сообщение “10 лет назад тут был ларек с мороженым” неактуально, эта информация устарела. Информация в сообщении “Сегодня будет концерт” неполна, потому что не указаны время и участники концерта, и из-за этого мы не можем принять решение (идти или не идти?).

Развитие глобальной сети Интернет, в которую ежеминутно вносится огромное количество самых разнообразных данных, во многом перевернуло привычные представления о работе с информацией. Например, основным источником для поиска учебных материалов теперь фактически является Интернет, а не библиотеки. Однако при использовании информации из Интернета необходимо относиться к ней критически, так как ее достоверность никто не гарантирует.

Данные, информация, знания

Обо всех изменениях в окружающем мире человек узнает с помощью своих органов чувств: сигналы от них (“первичная” информация) постоянно поступают в мозг. Чтобы понять эти сигналы, то есть получить информацию, человек использует знания — свои представления о природе, обществе, самом себе. Знания позволяют человеку принимать решения, определяют его поведение и отношения с другими людьми.

Можно считать, что знания — это модель мира, которая есть у человека. Получив информацию (“поняв” сигналы, поступившие от органов чувств), он дополняет свои знания.

Всегда ли полученная информация увеличивает наши знания? Очевидно, что нет. Например, информация о том, что $2 \cdot 2 = 4$ вряд ли увеличит ваши знания, потому что вы это уже знаете, эта информация не нова. Однако она будет новой для тех, кто изучает таблицу умножения. Это значит, что изменение знаний при получении сообщения зависит от того, что человек знал до этого момента. Если он знает все, что было в полученном сообщении, знания не изменяются.

С другой стороны, сообщение на неизвестном языке также не увеличивает знания, потому что оно вам не понятно: ваших знаний не хватает для того, чтобы воспринять новую информацию.

Сообщение увеличивает знания человека, если оно понятно и содержит новые сведения.

К сожалению, измерить количество новых сведений в сообщении не так-то просто, тем более что для разных людей (скажем, для школьника и для ученого) “степень новизны” может оказаться разной. Но если говорить о компьютерной технике, то задача измерения количества информации может быть упрощена. Машина (по крайней мере пока) не способна понять смысл сообщения и воспринимает его просто как набор символов. Поэтому можно просто подсчитать количество символов в сообщении. Более подробно о способах оценки количества информации вы узнаете чуть позже.

Когда человек хочет поделиться с кем-то своим знанием, он может сказать: “Я знаю, что...” или “Я знаю, как...”. Это говорит о том, что есть два разных вида знаний. В первом случае знания — это некоторый известный факт, например, “я знаю, что Луна вращается вокруг Земли”. Такие знания называются **декларативными**, человек выражает их словами (*декларирует*). Декларативные знания — это факты, законы, принципы.

Второй тип знаний (“Я знаю, как...”) называют **процедурными**. Они выражаются в том, что человек знает, как нужно действовать в той или иной ситуации. К процедурным знаниям относятся методы решения различных задач, например, “я знаю, как найти площадь прямоугольника”.

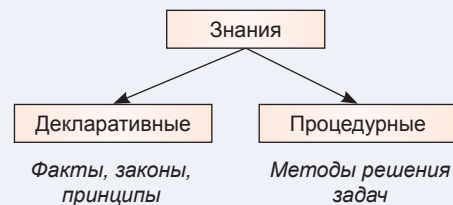


Рис. 1.2

Для того чтобы сохранить знания и передать другим людям, нужно выразить их на каком-то языке (например, рассказать, записать, нарисовать и т.п.). Только после этого их можно хранить, обрабатывать, передавать, причем с этим может справиться и компьютер. В компьютерной литературе информацию, зафиксированную (закодированную) в какой-то форме, называют *данными*, имея в виду, что компьютер может выполнять с ними какие-то операции, но не способен понимать их смысл.

Для того чтобы данные стали *информацией*, их нужно понять и осмыслить, а на это способен пока только человек. Если человек, получающий сообщение, знает язык, на котором оно записано, он может понять смысл этого сообщения, то есть получить информацию. Обработывая и упорядочивая информацию, он выявляет закономерности — получает знания.

Мы увидели, что существуют достаточно тонкие различия между понятиями “данные”, “информация”, “знания”. Тем не менее, на практике чаще всего все это называется общим термином “информация”.

Контрольные вопросы

1. Что изучает информатика?
2. Как человек получает информацию?
3. Чем отличается текст от набора символов?
4. Почему числовую информацию иногда не выделяют как отдельный вид?
5. К какому виду информации относятся видеофильмы? Почему?
6. Что такое тактильная информация?
7. Всякая ли информация увеличивает знания? Почему?
8. Какими свойствами должна обладать “идеальная” информация?
9. Приведите примеры необъективной, непонятной, бесполезной, недостоверной, неактуальной и неполной информации.
10. Может ли информация быть достоверной, но бесполезной? достоверной, но необъективной? объективной, но недостоверной? актуальной, но непонятной?
11. Приведите примеры своих декларативных и процедурных знаний.
12. В чем, на ваш взгляд, разница между понятиями “данные”, “информация”, “знания”?
13. Почему считают, что компьютер может работать только с данными?
14. Какие изменения произошли в жизни общества в результате широкого распространения Интернета?
15. Как вы считаете, смогут ли компьютеры научиться понимать смысл данных?

Что можно делать с информацией?

Ключевые слова:

- носитель информации
- сигнал
- сообщение
- передача информации
- помехи
- обработка информации
- кодирование
- поиск
- сортировка
- хранение информации

Как мы уже знаем, информация сама по себе “бестелесна”, ее нельзя “потрогать”. Она может существовать только тогда, когда связана с каким-то объектом — *носителем*.

Носитель — это объект, который может содержать информацию.

Когда меняется информация, изменяются свойства ее носителя. Например, можно стереть рисунок на песке и нарисовать новый. Изменения, происходящие с информацией, называются *информационными процессами*. Все эти процессы можно свести к двум основным:

- *передача информации* (данные передаются с одного носителя на другой без изменений);
- *обработка информации* (данные изменяются).

Часто информационными процессами называют также и другие операции с информацией (например, копирование, удаление и др.), но их можно свести к передаче и обработке.

Для хранения информации тоже используется какой-то носитель (бумага, диск, память и т.п.). Однако при этом никаких изменений не происходит, поэтому хранение информации нельзя назвать процессом.

Передача информации

При **передаче информации** всегда есть источник и приемник информации. Эти роли могут меняться, например, во время диалога собеседники по очереди выступают то в роли источника, то в роли приемника информации.

Информация проходит от источника к приемнику через канал связи, в котором она должна быть связана с каким-то *носителем*. При разговоре людей информацию переносят звуковые волны. В компьютерах информация передается с помощью электрических сигналов или радиоволн (в беспроводных устройствах). Информация может передаваться с помощью света, лазерного луча, системы телефонной или почтовой связи, компьютерной сети и др.

Для передачи информации свойства носителя должны изменяться со временем. Например, если включать и выключать лампочку, можно передавать самую разную информацию. Нужно только договориться об условных сигналах, например, что будут обозначать короткая и длинная вспышки. Это называется *кодированием* информации. Когда мы записываем наши мысли в виде текста, мы тоже кодируем их.

Для передачи информации ее нужно закодировать.

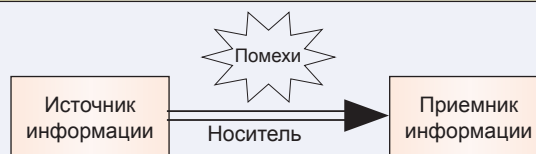


Рис. 1.3

Информация поступает по каналу связи в виде сигналов, которые приемник может обнаружить с помощью своих органов чувств (или датчиков) и “понять” (раскодировать).

Сигнал — это изменение свойств носителя, которое используется для передачи информации.

Примеры сигналов — это изменение громкости звука, вспышки света и т.п.

Человек может принимать сигналы только с помощью своих органов чувств. Чтобы передавать и принимать информацию, например, с помощью радиоволн, нужны вспомогательные устройства: радиопередатчик, преобразующий звук в радиоволны, и радиоприемник, выполняющий обратное преобразование. Они позволяют расширить возможности человека.

С помощью одного сигнала (одного изменения) невозможно передать много информации. Поэтому

чаще всего используется не одиночный сигнал, а последовательность сигналов, которая называется *сообщением*.

Сообщение — это последовательность сигналов.

Важно понимать, что сообщение — это только “оболочка” для передачи информации, а информация — это *содержание* сообщения. Приемник должен сам “извлечь” (раскодировать) информацию из полученной последовательности сигналов. Можно принять сообщение, но не принять информацию, например, услышав речь на незнакомом языке или перехватив чужую шифровку.

Одна и та же информация может быть передана с помощью разных сообщений, например, через устную речь, с помощью записки или с помощью флажного семафора, который долгое время использовался на флоте.

В то же время, одно и то же сообщение может нести разную информацию для разных приемников. Так фраза “В Сантьяго идет дождь”, переданная в 1973 году на военных радиочастотах, для сторонников генерала А.Пиночета в Чили послужила сигналом к началу государственного переворота.

К сожалению, в реальном канале связи всегда действуют *помехи*: посторонние звуки при разговоре, шумы радиоэфира и др. Помехи могут исказить сообщение, вплоть до полной потери информации (вспомните телефонные разговоры при слабом сигнале сотовой сети).

Чтобы содержание сообщения, искаженного помехами, можно было восстановить, оно должно быть *избыточным*, то есть в нем должны быть “лишние” элементы, без которых смысл все равно восстанавливается. Например, в сообщении “Влг впдт в Кпск мр” многие угадают фразу “Волга впадает в Каспийское море”, из которой убрали все гласные. Этот пример говорит о том, что естественные языки (например, русский) содержат много “лишнего”, их избыточность оценивается в 60–80% (если удалить 60–80% текста, его смысл все равно удастся восстановить).

В курсе информатики мы будем рассматривать передачу информации именно как передачу сообщений между компьютерными системами, отвлекаясь от их смысла.

Обработка информации

Обработка — это изменение информации, представление ее в другой форме. Среди важнейших видов обработки можно назвать:

- *создание новой информации*, например, решение задачи;
- *кодирование* — запись информации с помощью некоторой системы знаков для передачи и хранения; один из вариантов кодирования — шифрование, цель которого — скрыть смысл (содержание) информации от посторонних;
- *поиск информации*, например, в книге, в библиотечном каталоге, на схеме или в Интернете;
- *структурирование* — выделение важных элементов в сообщениях и установление связей между ними;

- *сортировка* — расстановка элементов списка в заданном порядке, например, расстановка чисел по возрастанию или убыванию, расстановка слов по алфавиту; задача сортировки — облегчить поиск информации.

Для обработки информации человек использует в первую очередь свой мозг. *Нейроны* (клетки головного мозга) “переключаются” примерно 200 раз в секунду — значительно медленнее, чем элементы памяти компьютеров. Однако человек практически безошибочно отличает собаку от кошки, а для компьютеров эта задача пока неразрешима. Дело, по-видимому, в том, что мозг решает такие задачи не путем сложных вычислений, а как-то иначе (как — пока никто до конца не знает).

Компьютер позволяет “усилить” возможности человека в тех задачах обработки информации, решение которых требует длительных расчетов. Однако в отличие от человека для компьютера недоступны фантазия, размышления и творчество.

Хранение информации

Для хранения информации человек прежде всего использует свою память. Мозг — это одно из самых совершенных хранилищ информации, во многом превосходящее компьютерные средства.

К сожалению, человек многое забывает. Кроме того, необходимо передавать знания другим людям, в том числе и следующим поколениям. Поэтому в древности люди записывали информацию на камне, папирусе, бересте, пергаменте, затем — на бумаге. В XX веке появились новые средства хранения информации: перфокарты и перфоленты, магнитные ленты и магнитные диски, лазерные диски, флэш-память.

В любом случае информация хранится на каком-то *носителе*, который обладает “памятью”, то есть может находиться в разных состояниях. Носитель переходит из одного состояния в другое при каком-то внешнем воздействии, а без воздействий сохраняет свое состояние.

При записи информации свойства носителя меняются: на бумагу наносятся текст и рисунки; на магнитных дисках и лентах намагничиваются отдельные участки; на лазерных дисках образуются области, по-разному отражающие свет. Таким образом, для хранения информация тоже кодируется.

Информация хранится в закодированном виде.

При хранении свойства носителя остаются неизменными, что позволяет потом читать записанную информацию. Отметим, что процессы записи и чтения — это процессы передачи информации.

Контрольные вопросы

1. Кто (что) может быть источником (приемником) информации? Приведите примеры.
2. Что такое сигнал? Приведите примеры сигналов.
3. Что такое сообщение? Чем отличается получение информации от получения сообщения?
4. Приведите примеры, когда прием сообщения не означает прием информации.

5. Приведите примеры, когда одна и та же информация может быть передана с помощью разных сообщений.

6. Приведите примеры, когда одно и то же сообщение несет разную информацию для разных людей.

7. Расскажите, как помехи влияют на передачу информации. Приведите примеры.

8. Что такое избыточность? Почему она полезна при передаче информации?

9. Представьте, что придумали язык, в котором нет избыточности. В чем будет его недостаток?

10. Как вы думаете, какой вариант русского языка обладает наибольшей избыточностью: разговорный, литературный, юридический, язык авиадиспетчеров? Почему?

11. Какие виды обработки информации вы знаете?

12. При каких видах обработки информации меняется ее содержание?

13. При каких видах обработки информации меняется только форма ее представления?

14. К какому виду обработки можно отнести шифрование? Почему?

15. Работники удаленной метеостанции каждые три часа измеряют температуру и влажность воздуха, и передают данные по радию в районный метеоцентр. Там эти данные сводят в таблицу и отправляют по электронной почте в Гидрометцентр, где мощные компьютеры составляют прогноз погоды. Выделите здесь процессы, связанные с обработкой, передачей и приемом информации.

16. Вася нашел в старой книге сведения о населении Москвы в XIX веке, составил таблицу по этим данным, построил диаграмму и сделал доклад на школьной конференции. Выделите здесь процессы, связанные с обработкой и передачей информации.

17. Зачем человек записывает информацию?

18. В чем преимущества и недостатки человеческой памяти в сравнении с компьютерной?

19. В каких задачах компьютер не может соревноваться с человеком? Почему? В каких ситуациях человек явно уступает компьютеру?

20. Какие средства хранения информации используются в компьютерной технике? Какие из них уже вышли или выходят из употребления? Почему?

Измерение информации

Ключевые слова:

- кодирование
- двоичные цифры
- двоичный код
- бит
- байт, килобайт, мегабайт, гигабайт, терабайт

Любая наука рано или поздно приходит к необходимости как-то измерять то, что она изучает. Для человека информация — это прежде всего смысл, заключенный в сигналах и данных. Как измерить смысл? На этот вопрос пока нет однозначного ответа.

Вспомним, что компьютеры не могут обрабатывать смысл, они работают только с данными (а не с информацией). При этом возникают практические задачи — определить, сколько места займет на диске

текст, рисунок или видеofilm; сколько времени потребуется на передачу файла по компьютерной сети и т.п. Поэтому чаще всего используется *объемный* подход к измерению информации. Он заключается в том, что количество информации оценивается просто по числу *символов*, используемых для ее кодирования. С этой точки зрения литературное произведение и случайный набор букв могут содержать одинаковое количество информации. Конечно, такой подход не универсален, но он позволяет успешно решать практические задачи, связанные с компьютерной обработкой и хранением данных.

Что такое бит?

Итак, нам нужно измерить, сколько символов требуется для записи (кодирования) какой-то информации. Но на каком языке ее закодировать? Для того чтобы ввести универсальную меру информации, нужно использовать такой язык, на котором можно закодировать все виды информации: текст, числа, рисунки, звуки. В качестве такого языка принят язык (код), с помощью которого компьютеры обмениваются информацией между собой.

Информация между частями компьютера передается с помощью *носителя* — электрического тока, который течет по проводам. В современных компьютерах используются всего два четко различимых случая: ток по проводу либо идет, либо нет. Мы сталкиваемся с таким явлением и в быту: электрическая лампочка может находиться в двух состояниях, “горит” или “не горит”. Тогда на вопрос “Горит ли сейчас лампочка?” есть два варианта ответа, которые можно обозначить цифрами 1 (“горит”) и 0 (“не горит”)¹.

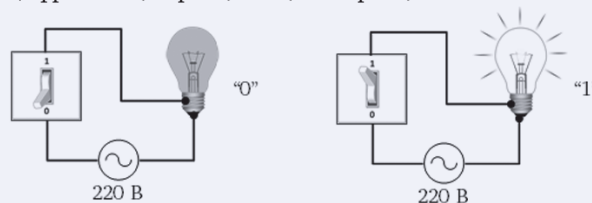


Рис. 1.4

Набор цифр, включающий только 0 и 1, называют *двоичными цифрами* (в отличие, например, от десятичных цифр), и с этим связано название единицы измерения количества информации — *бит*².

Бит — это количество информации, которую можно записать (закодировать) с помощью одной двоичной цифры.

Конечно, нужно договориться, что означают “0” и “1” (“1” — это “горит” или “не горит?”), но для измерения количества информации это не важно.

Двоичный код — это код, в котором сообщение записывается с помощью двух различных символов (например, “0” и “1”).

Например, в сообщении “подброшенная монета упала гербом” содержится один бит информации,

¹ Конечно, вместо 0 и 1 можно использовать два любых знака.

² Английское слово *bit* — это сокращение от выражения *binary digit*, “двоичная цифра”.

потому что монета могла упасть гербом (обозначим это через “0”) или “решкой” (“1”). Сообщение “дверь открыта” тоже содержит один бит, если считать, что дверь может быть в двух состояниях: открыта (“0”) или закрыта (“1”). Вот еще пример диалога, в котором получена информация в один бит:

- Вы будете чай или кофе?
- Кофе, пожалуйста.

2 бита, 3 бита, ...

А если возможных вариантов не два, а больше? Понятно, что в этом случае одной двоичной цифры для кодирования всех вариантов не хватит. Поэтому количество информации будет больше, чем один бит.

Представим себе, что на вокзале стоят четыре одинаковых поезда, причем только один из них идет в Москву. Сколько бит понадобится для того, чтобы записать информацию о номере платформы, где стоит поезд на Москву?



Рис. 1.5

Очевидно, что одного бита недостаточно, так как с помощью одной двоичной цифры можно закодировать только два варианта: 0 и 1. А вот два бита как раз позволяют закодировать четыре разных сообщения: 00, 01, 10 и 11. Теперь нужно сопоставить эти коды номерам платформ, например, так: 1 — 00, 2 — 01, 3 — 10, 4 — 11. Тогда сообщение “10” говорит о том, что поезд на Москву стоит на платформе № 3. Это сообщение несет два бита информации.

С помощью трех битов можно закодировать уже восемь вариантов: 000, 001, 010, 011, 100, 101, 110 и 111. Таким образом, каждый бит, добавленный в сообщение, увеличивает количество вариантов в два раза:

<i>I</i> , бит	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<i>N</i> , вариантов	2	4	8	16	32	64	128	256	512	1024

Наверное, вы заметили, что все числа в нижней строчке таблицы — это степени числа 2: $N = 2^I$.

А что если нам нужно закодировать шесть разных вариантов? Для этого не хватит двух битов (они дают только четыре варианта), поэтому придется использовать третий. С другой стороны, три бита позволяют закодировать восемь вариантов (больше, чем нам нужно), поэтому с точки зрения теории при выборе одного из шести вариантов мы получаем меньше, чем три бита информации. Можно сделать вывод, что количество информации может быть нецелым числом, в данном случае — между двумя и тремя битами. Как его вычислить, вы узнаете в старших классах.

Другие единицы

Считать большие объемы информации в битах неудобно, хотя бы потому, что придется работать с очень большими числами (миллиардами, триллио-

нами и т.д.). Поэтому стоит ввести более крупные единицы.

1 байт = 8 битов

Сразу возникает вопрос — а почему не 10 бит или, скажем, 12? Дело в том, что слово “байт” (англ. *byte*) имеет второе значение — так называют наименьшую ячейку памяти, которую компьютер может прочитать за один раз. Для современных компьютеров эта ячейка состоит из восьми элементов, каждый из которых хранит один бит данных. Это связано с тем, что до недавнего времени при обработке текста использовался набор из 256 символов, так что для кодирования каждого символа было нужно восемь битов.

Объемы данных, с которыми работают компьютеры, нередко измеряются миллионами и миллиардами байтов. В таких случаях используют единицы, образованные с помощью приставок:

1 Кбайт (килобайт) = 1024 байта = $= 2^{10}$ байта = 2^{13} бит
1 Мбайт (мегабайт) = 1024 Кбайта = $= 2^{10}$ Кбайта = 2^{20} байта = 2^{23} бит
1 Гбайт (гигабайт) = 1024 Мбайта
1 Тбайт (терабайт) = 1024 Гбайта

Так сложилось исторически, что при измерении количества информации приставка “кило-” обозначает в отличие от международной системы единиц СИ увеличение не в 1000 раз, а в $1024 = 2^{10}$ раз. Аналогично “мега-” — это увеличение в $1024^2 = 2^{20} = 1\,048\,576$ раз, а не в 1 млн = 1000^2 раз.

Строго говоря, нужно называть такие кило- (мега-, гига-, ...) байты *двоичными*, поскольку множитель 1024 — это 2^{10} . Стандарт Международной электротехнической комиссии (МЭК) предлагает называть их “кибибайт”, “мебибайт”, “гибибайт” и “тебибайт”, но эти названия на практике не прижились.

При переводе количества информации из крупных единиц в мелкие числа умножают на соотношение между единицами (число увеличивается).

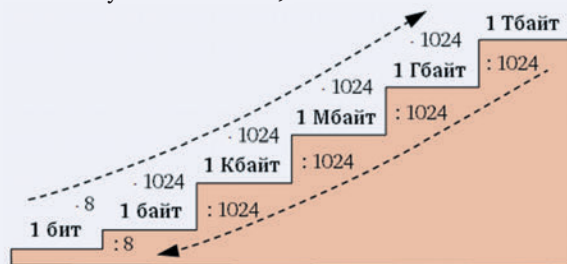


Рис. 1.6

Например,
 $2 \text{ Кбайта} = 2 \cdot (1 \text{ Кбайт}) = 2 \cdot 1024 \text{ байта} = 2048 \text{ байт} = 2048 \cdot (1 \text{ байт}) = 2048 \cdot 8 \text{ бит} = 16\,384 \text{ бита}.$

Заметьте, что все коэффициенты для перевода — это степени двойки: $8 = 2^3$, $1024 = 2^{10}$. Поэтому часто удобно выполнять расчеты, представляя все значения как степени числа 2:

$2 \text{ Кбайта} = 2 \cdot 2^{10} \text{ байт} = 2^{11} \text{ байт} = 2^{11} \cdot 2^3 \text{ бит} = 2^{14} \text{ бит}.$

При переводе количества информации из мелких единиц в крупные числа нужно делить на соотношение между единицами (число уменьшается). Например,

$$8192 \text{ бита} = 8192 \cdot (1/8 \text{ байта}) = 8192 : 8 \text{ байт} = \\ = 1024 \text{ байта} = 1024 \cdot (1/1024 \text{ Кбайта}) = \\ = 1024 : 1024 \text{ Кбайт} = 1 \text{ Кбайт}$$

или, используя степени двойки,

$$8192 \text{ бита} = 2^{13} \text{ бита} = 2^{13} \cdot (1/2^3 \text{ байта}) = \\ = 2^{10} \text{ байт} = 2^{10} \cdot (1/2^{10} \text{ Кбайта}) = 1 \text{ Кбайт.}$$

Контрольные вопросы

1. Что такое объемный подход к оценке количества информации?
2. Дайте определение минимальной единицы измерения количества информации.
3. Приведите примеры сообщений, количество информации в которых равно одному биту.
4. Что такое двоичные цифры?
5. Объясните, почему все числа во второй строке таблицы на предыдущей странице — это степени числа 2.
6. Какие единицы используют для измерения больших объемов информации?
7. Что означают приставки “кило-”, “мега-”, “гига-” и “тера-” при измерении количества информации?
8. Какие приставки рекомендуется использовать для обозначения двоичных килобайта и мегабайта? Как вы думаете, почему они редко используются?

Задачи

1. Вася не знает, какой (только один!) из восьми поездов, стоящих на вокзале, идет в Санкт-Петербург. В справочном бюро он задает восемь вопросов: “Поезд на 1-й платформе идет в Санкт-Петербург?”, “Поезд на 2-й платформе идет в Санкт-Петербург?” и т.д. На первые семь вопросов он получает ответ “нет”, а на последний — “да”. Вася считает, что он получил 8 бит информации. Прав он или нет? Почему?
2. В горах, рядом с которыми живет племя Тумба-Юмба, есть четыре пещеры. В каждой из них может быть (а может не быть) клад. Можно ли закодировать сведения о том, где есть клад, используя 3 бита? 4 бита? 5 бит?
3. Известно, что ровно в двух пещерах из четырех есть клад. Сколько бит нужно, чтобы закодировать информацию о расположении кладов?
4. *Известно, что дверь открывается двумя из четырех имеющихся ключей. Оцените количество информации в сообщении “Дверь открывается ключами № 2 и № 4”. Закодируйте его, используя наименьшее количество двоичных цифр.
5. *Известно, что дверь открывается двумя из пяти имеющихся ключей. Оцените количество информации в сообщении “Верхний замок открывается ключом № 1, а нижний — ключом № 4”. Закодируйте его, используя наименьшее количество двоичных цифр.
6. Вася задумал число от 1 до 100. Нужно отгадать это число за наименьшее число попыток, задавая Васе вопросы, на которые он отвечает только

“да” и “нет”. За сколько вопросов вы беретесь угадать число? Как нужно задавать вопросы, чтобы их число было минимальным даже в худшем случае?

7. Вася задумал число от 20 до 83. Сколько бит информации содержится в сообщении “Вася задумал число 77”? Закодируйте это сообщение, используя наименьшее количество двоичных цифр.

8. Двое играют в “крестики-нолики” на поле 4 на 4 клетки. Какое количество информации получил второй игрок, узнав первый ход соперника?

9. На вокзале пос. Сосново три платформы, у каждой из них стоит поезд. Девушка в справочном отвечает на все вопросы только “да” и “нет”. За какое минимальное число вопросов можно узнать, в каком порядке отходят поезда?

10. Переведите 1 Мбайт во все изученные единицы измерения количества информации.

11. Переведите 2^{26} бит во все изученные единицы измерения количества информации.

12. Сколько килобайт содержится в 32 768 битах?

13. Сколько битов в 8 Кбайтах?

14. Сколько битов содержит 1/16 Кбайта?

15. Сколько битов содержит 1/512 Мбайта?

16. Сколько байтов и битов содержит 1 Гбайт? 1 Тбайт?

Информационный объем текста

Ключевые слова:

- кодирование
- алфавит
- сообщение
- равномерный код
- кодировка символов

Информационный объем текста — это количество информации, заключенное в этом тексте. Как вы уже знаете, количество информации оценивается по количеству знаков, которое содержится в сообщении. Вычислять информационный объем текста нужно прежде всего для того, чтобы определить, сколько места будет занимать этот текст на диске, или сколько времени потребуется на его передачу через Интернет.

Алфавит

Любой текст — это информация, записанная (закодированная) с помощью некоторого набора знаков. В большинстве современных языков (в том числе в русском и английском) для записи текстов используется ограниченный набор знаков — *алфавит*³.

Алфавит — это набор знаков, который используется в языке.

Компьютеры обмениваются *сообщениями*, смысла которых они не понимают.

Сообщение — это любая последовательность символов некоторого алфавита.

³ Существует и другой тип языков, к которому относятся китайский, корейский, японский языки. В них используются *иероглифы*, каждый из которых обозначает отдельное слово или понятие.

Допустим, нам нужно определить информационный объем сообщения, закодированного с помощью заглавных букв русского алфавита:

МАМА МЫЛИА РАМУ

Как вы узнали в предыдущем параграфе, для этого нужно как-то записать это сообщение в двоичном коде, то есть в виде цепочки нулей и единиц. Тогда информационный объем сообщения в битах будет равен длине такой цепочки.

Информационный объем символа

Итак, нам нужно понять, как записать любой символ, например букву “М”, в виде двоичного кода. После этого мы можем составить полное сообщение в двоичном коде, “собрать” в единую цепочку коды отдельных символов. Длина этой цепочки и определит количество информации в тексте.

Чаще всего при кодировании текстов коды всех символов имеют одинаковую длину. Такой код называется *равномерным*.

Вернемся к нашей фразе МАМА МЫЛИА РАМУ. В ней используются буквы М, А, Ы, Л, Р, У и пробел, который мы будем обозначать знаком “_”, — всего семь символов. Поскольку никаких других символов в нашем тексте нет, можно считать, что он записан с помощью алфавита, содержащего только семь знаков. Это число называют *мощностью алфавита*.

Мощность алфавита — это число символов, входящих в алфавит.

Сколько битов нужно, чтобы все семь символов имели различные коды? Вспомните, что один бит позволяет закодировать два варианта, два бита — четыре варианта, три бита — восемь вариантов. Поэтому двух битов нам не хватит, а трех уже достаточно. Например, можно присвоить символам такие коды:

М	А	Ы	Л	Р	У	_
000	001	010	011	100	101	110

В этом случае информационный объем каждого символа — три бита (любой символ занимает три бита в памяти компьютера).

В компьютерной технике часто используют 8-битные и 16-битные кодировки, когда на один символ отводится соответственно 8 или 16 битов. В первом случае (8-битная кодировка) можно использовать $2^8 = 256$ различных символов, а 16-битная кодировка позволяет кодировать значительно больше символов: $2^{16} = 65\,536$.

Как же определяют, какой символ соответствует, скажем, коду 01010011? Для этого есть международные стандарты, где определены коды всех символов. Например, ASCII — это американский стандартный код для обмена информацией, который определяет символы с кодами от 0 до 127. Этот код включает латинские буквы, цифры, знаки арифметических операций, скобки и др. Другие (расширенные) кодировки включают буквы других алфавитов, в том числе и русского. Например, при использовании 8-битной кодировки мы можем закодировать символы еще одного алфавита (кроме

английского): они получают коды в диапазоне от 128 до 255.

Если используется нестандартная кодировка, при обмене сообщениями нужно еще передать *словарь* — сообщить, какой букве какой код соответствует.

Информационный объем сообщения

Используя только что построенный трехбитный код, наше сообщение можно записать так:

```

М  А  М  А          М  Ы  Л  А
000 001 000 001 110 000 010 011 001 110

Р  А  М  У
100 001 000 101

```

Длина такого сообщения — $14 \cdot 3 = 42$ символа в двоичном коде, поэтому его информационный объем — 42 бита.

При равномерном кодировании информационный объем сообщения вычисляется по формуле

$$I = L \cdot i$$

где L — длина сообщения (количество символов), а i — информационный объем одного символа.

Если бы наше сообщение было закодировано с помощью 8-битного кода, его информационный объем был бы равен $14 \cdot 8 = 112$ битов. Для 16-битного кода получаем $14 \cdot 16 = 224$ бита.

Наверное, вы задаете себе вопрос: зачем же нужна 16-битная кодировка, которая намного увеличивает объем текста (и время его передачи по сети!). Дело в том, что с ее помощью можно закодировать значительно больше символов, чем, например, в 8-битной кодировке. Это позволяет использовать в одном документе русские и французские буквы, китайские иероглифы и др.

Задачи

Задача 1. Определить информационный объем сообщения

ПРИВЕТ ОТ СТАРЫХ ШТИБЛЕТ!

при использовании 16-битной кодировки.

Решение. В этом сообщении 25 символов (считая три пробела и восклицательный знак). Каждый из них занимает 16 битов, поэтому информационный объем сообщения равен

$$25 \cdot 16 = 400 \text{ битов} = 400 : 8 \text{ байтов} = 50 \text{ байтов.}$$

Еслиобразить, что 16 битов = 2 байта, сразу получим

$$25 \cdot 2 = 50 \text{ байтов.}$$

Ответ: 50 байтов.

Задача 2. Решить задачу 1 при условии, что используется кодировка с минимальным количеством битов на символ.

Решение. В этом сообщении используется всего 17 различных символов (П, Р, И, В, Е, Т, О, С, А, Ы, Х, Ш, И, Б, Л, ! и пробел). Для того чтобы присвоить им различные коды, нужно использовать для каждого кода не менее пяти битов (четыре бита дадут только 16 вариантов, а пять битов — 32 варианта). Поэтому информационный объем текста при таком кодировании равен

$$25 \cdot 5 = 125 \text{ битов.}$$

Ответ: 125 битов.

Нужно учитывать, что при использовании такого кода вместе с кодами символов необходимо передать и словарь (соответствие кода конкретному символу). Объем 125 битов вычислен без учета словаря.

Задача 3. Определить информационный объем (в Кбайтах) брошюры, в которой 10 страниц текста. На каждой странице 32 строки по 64 символа в каждой, используется 8-битная кодировка.

Решение. Сначала определим количество символов на странице:

$$32 \cdot 64 = 2^5 \cdot 2^6 = 2^{11}.$$

Теперь находим общее количество символов в книге: $L = 10 \cdot 2^{11}$ символов.

Так как используется 8-битная кодировка, каждый символ занимает 8 битов, или 1 байт. Поэтому информационный объем текста — $10 \cdot 2^{11}$ байтов. Переведем это значение в килобайты:

$$I = \frac{10 \cdot 2^{11}}{1024} = \frac{10 \cdot 2^{11}}{2^{10}} = 20 \text{ Кбайт.}$$

Ответ: 20 Кбайт.

Во многих задачах на определение количества информации можно значительно упростить вычисления, если записывать все величины как степени числа 2.

Контрольные вопросы

1. Что такое информационный объем текста? Зачем и как его вычисляют?
2. Что такое алфавит? Как используемый алфавит влияет на информационный объем текста?
3. Что такое сообщение?
4. Зачем текст представляют в двоичном коде?
5. Что такое равномерный код?
6. Как вы себе представляете неравномерный код? В чем могут быть его достоинства и недостатки?
7. Как связаны мощность алфавита и информационный объем текста?
8. Какие вы знаете кодировки текста, используемые в компьютерной технике?
9. В чем вы видите достоинства и недостатки 16-битных кодировок?
10. Как определяют, какой именно символ соответствует некоторому коду?
11. Зачем при использовании нестандартной кодировки нужно передавать словарь? Как это изменит длину сообщения?
12. Как бы вы предложили закодировать словарь для нестандартной кодировки?
13. Зачем нужны международные стандарты?
14. Что такое ASCII?
15. Как вычислить информационный объем сообщения?

Задачи

1. Какое минимальное число битов на символ надо выделить в памяти, если требуется использовать не менее 100 символов одновременно?
2. Сколько различных символов можно использовать при 9-битном коде (на каждый символ отводится девять битов)?

3. Определите, чему равен информационный объем (в байтах) следующего высказывания Рене Декарта, закодированного с помощью 16-битной кодировки:

Я мыслю, следовательно, существую.

4. Текст, закодированный в 8-битной кодировке, занимает в памяти 2 Кбайта. Сколько символов в этом тексте?

5. Текст, закодированный в 16-битной кодировке, занимает в памяти 6 Кбайт. Сколько символов в этом тексте?

6. Текст из 46 символов занимает в памяти компьютера 69 байтов. Определите, сколько битов выделяется на каждый символ. Сколько различных символов можно использовать при такой кодировке?

7. Текст, содержащий 16 384 символа занимает в памяти компьютера 22 Кбайта. Определите, сколько битов выделяется на каждый символ. Сколько различных символов можно использовать при такой кодировке?

8. При перекодировке сообщения на русском языке из 16-битного кода в 8-битную кодировку оно уменьшилось на 560 битов. Какова длина сообщения в символах?

9. При перекодировке сообщения из 8-битного кода в 16-битную кодировку его объем увеличился на 2048 байтов. Каков был информационный объем сообщения до перекодировки?

10. Текст, содержащий 150 страниц (на каждой странице 32 строки по 64 символа) закодирован в 16-битной кодировке. Определите информационный объем текста в Кбайтах.

11. Книга занимает в памяти 500 Кбайт. На каждой странице книги 32 строки по 64 символа. Сколько страниц в этой книге?

Информационный объем рисунков

Ключевые слова:

- пиксель
- растровый рисунок
- палитра

Далее под термином “рисунок” мы будем понимать любое изображение: фотографию, чертеж, карту, картину и др., закодированную в компьютерном формате. В этом параграфе мы научимся определять информационный объем рисунков.

Растровые рисунки

Возможно, вы уже работали с графическими редакторами и видели, что получается, если очень сильно увеличить рисунок:

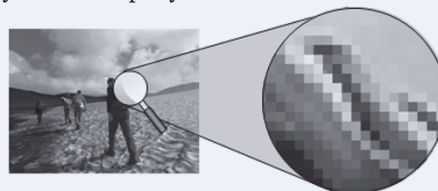


Рис. 1.7

Изображение состоит из отдельных квадратов, и перекрасить часть такого элемента невозможно, можно только закрасить одним цветом весь

элемент. Элементы, из которых состоят цифровые рисунки, называются *пикселями*.

Пиксель⁴ — это наименьший элемент цифрового рисунка, для которого можно задать свой цвет независимо от других.

Рисунок, который представлен в компьютере в виде набора пикселей, называют *растровым*, или *точечным* (слово *растр* обозначает точечную структуру рисунка).

Растровый рисунок — это рисунок, который хранится в памяти как множество точек разного цвета (пикселей).

Для того чтобы определить количество информации в растровом рисунке, нужно умножить количество пикселей на информационный объем одного пикселя.

Информационный объем пикселя

Как вы думаете, какой рисунок занимает меньше места в памяти компьютера — черно-белый (использующий только два цвета, черный и белый) или цветной? Вполне естественно предположить, что в черно-белом рисунке меньше информации, потому что меньше разнообразия (вспомните, что чем больше разнообразия, тем больше информации!).

Для того чтобы хранить и обрабатывать рисунки на компьютере, цвет каждого пикселя нужно закодировать в двоичном коде. Для черно-белого рисунка нужно закодировать всего два цвета — черный и белый. Для этого хватит одного бита: допустим, черный цвет мы кодируем как 0, а белый — как 1. Тогда черно-белый рисунок с домиком размером 5×5 пикселей можно закодировать так:



Рис. 1.8

Если в рисунке используется больше двух различных цветов, одного бита уже не хватит. Например, для кодирования четырех цветов требуется два бита. Три бита позволяют закодировать $2^3 = 8$ цветов, четыре бита — $2^4 = 16$ цветов и т.д.

Таким образом, для того чтобы определить информационный объем пикселя, нужно знать количество цветов, используемых в рисунке. Набор цветов называют *палитрой* (как палитра у художника), поэтому иначе говорят, что нужно знать количество цветов в палитре.

Пусть количество цветов в палитре равно N . Тогда количество битов i , необходимое для кодирования цвета одного пикселя, определяется неравенством $2^i \geq N$. Например, если используется 100 цветов, первая степень числа 2, которая больше

или равна 100, — это $2^7 = 128$. Поэтому информационный объем пикселя будет равен 7 бит.

Информационный объем рисунка

Как мы уже говорили, для вычисления информационного объема рисунка нужно умножить количество пикселей на информационный объем одного пикселя.

Информационный объем растрового рисунка вычисляется по формуле

$$I = L \cdot i$$

где L — количество пикселей, а i — информационный объем одного пикселя.

Вернемся к черно-белому рисунку размером 5×5 пикселей (рис. 1.7). Для того чтобы найти общее количество пикселей, нужно умножить его длину на ширину, получаем $5 \cdot 5 = 25$ пикселей. Каждый пиксель занимает один бит, поэтому информационный объем рисунка также равен 25 битам.

Если бы в таком рисунке все 25 пикселей были разного цвета, на кодирование цвета одного пикселя потребовалось бы пять битов ($2^4 = 16 < 25 \leq 2^5 = 32$, то есть четырех битов не хватает, а пяти — достаточно). Тогда информационный объем рисунка был бы равен $5 \cdot 5 \cdot 5 = 125$ битов.

Задачи

Задача 1. Сколько места в памяти (в Кбайтах) надо выделить для хранения 16-цветного рисунка размером $32 \cdot 64$ пикселя?

Решение. Находим количество пикселей:

$$L = 32 \cdot 64 = 2048 \text{ пикселей.}$$

Так как рисунок использует $16 = 2^4$ цветов, для кодирования одного пикселя требуется $i = 4 = 2^2$ бита. Тогда информационный объем рисунка $I = L \cdot i = 2048 \cdot 4 \text{ бита} = 8192 \text{ бита} = 8192 : 8 \text{ байта} = 1024 \text{ байта} = 1024 : 1024 \text{ Кбайт} = 1 \text{ Кбайт.}$

Считать будет еще легче, если представить все числа как степени числа 2:

$$L = 32 \cdot 64 = 2^5 \cdot 2^6 = 2^{11} \text{ пикселей.}$$

$I = L \cdot i = 2^{11} \cdot 2^2 \text{ бита} = 2^{13} \text{ бита} = 8192 \text{ бита} = 2^{13} : 2^3 \text{ байта} = 2^{10} \text{ байта} = 1024 \text{ байта} = 2^{10} : 2^{10} \text{ Кбайт} = 1 \text{ Кбайт.}$

Ответ: 1 Кбайт.

Задача 2. Для хранения растрового рисунка размером 32×64 пикселя выделили 2 Кбайта памяти. Сколько различных цветов может использоваться в рисунке?

Решение. Максимальное количество цветов определяется количеством битов, которые выделены на один пиксель. Чтобы найти эту величину, нужно разделить объем рисунка на количество пикселей.

Находим количество пикселей:

$$L = 32 \cdot 64 = 2048 \text{ пикселей.}$$

Теперь переводим размер рисунка в биты:

$I = 2 \text{ Кбайта} = 2 \cdot 1024 \text{ байта} = 2 \cdot 1024 \cdot 8 \text{ бита} = 16384 \text{ бита}$

и вычисляем количество битов, выделяемых на один пиксель:

$$i = I : L = 16384 : 2048 = 8 \text{ битов на пиксель.}$$

⁴ Английское слово *pixel* — это сокращение от *picture element*, элемент рисунка.

Выделяя на пиксель восемь битов, можно закодировать $2^8 = 256$ различных цветов.

Для выполнения расчетов вручную удобнее использовать степени двойки:

$$L = 32 \cdot 64 = 2^5 \cdot 2^6 = 2^{11} \text{ пикселей.}$$

$$I = 2 \text{ Кбайта} = 2 \cdot 2^{10} \text{ байта} = 2 \cdot 2^{10} \cdot 2^3 \text{ бита} = 2^{14} \text{ битов.}$$

$$i = I : L = 2^{14} : 2^{11} = 2^3 = 8 \text{ битов на пиксель.}$$

Ответ: 256 цветов.

Задача 3. Растровый 16-цветный рисунок занимает 2 Кбайта памяти. Какова высота рисунка, если его ширина 128 пикселей?

Решение. Нам известна ширина рисунка, и для того, чтобы определить его высоту, нужно знать общее количество пикселей (для получения ответа его нужно будет разделить на ширину).

Чтобы определить количество пикселей, мы можем использовать известный информационный объем рисунка (2 Кбайта). Кроме того, зная количество цветов в палитре, мы можем найти количество битов, выделенных на кодирование цвета одного пикселя. Разделив объем рисунка на информационный объем одного пикселя, получим количество пикселей.

Сначала найдем информационный объем пикселя. В палитре рисунка $16 = 2^4$ цветов, поэтому для кодирования 16 вариантов цвета нужно $4 = 2^2$ бита.

Переводим информационный объем рисунка в биты:

$$I = 2 \text{ Кбайта} = 2 \cdot 2^{10} \text{ байта} = 2 \cdot 2^{10} \cdot 2^3 \text{ бита} = 2^{14} \text{ битов.}$$

Вычисляем количество пикселей:

$$L = I : i = 2^{14} : 2^2 = 2^{12} = 4096 \text{ пикселей.}$$

Находим высоту рисунка:

$$2^{12} : 128 = 2^{12} : 2^7 = 2^5 = 32 \text{ пикселя.}$$

Ответ: 32 пикселя.

Контрольные вопросы

1. Что такое пиксель?
2. Почему нельзя закрасить отдельные части пикселя разными цветами?
3. Какие рисунки называют растровыми?
4. Как вы думаете, в чем заключаются недостатки растрового кодирования рисунков?
5. Как вычисляется информационный объем растрового рисунка?
6. Как связаны количество цветов, используемых в рисунке, и размер файла, в котором он хранится?
7. Что такое палитра?
8. Есть три рисунка одинакового размера: 1) черно-белый; 2) цветной с палитрой 16 цветов; 3) цветной, в котором цвет каждого пикселя кодируется с помощью 24 битов (такой режим называют *истинным цветом*). Какой из них будет занимать больше всего места на диске? Почему? Какой будет занимать меньше всего места на диске?
9. Что такое информационный объем пикселя? Как его определить?
10. Почему рисунок размером 20×20 пикселей, в котором используются 256 различных цветов, не может занимать 100 байтов?

Задачи

1. Сколько байтов в памяти занимает рисунок размером 24×24 пикселя, закодированный с палитрой 16 цветов?
2. Сколько Кбайт в памяти занимает рисунок размером 512×256 пикселей, закодированный с палитрой 64 цвета?
3. Рисунок размером 16×16 пикселей занимает в памяти 224 байта. Определите наибольшее возможное количество цветов в этом рисунке.
4. Рисунок размером 128×200 пикселей занимает в памяти 25 Кбайт. Определите наибольшее возможное количество цветов в этом рисунке.
5. Рисунок, в котором используется 64 различных цвета, занимает в памяти 600 байтов. Определите количество пикселей в этом рисунке.
6. Рисунок, в котором используется четыре различных цвета, занимает в памяти 5 Кбайт. Определите количество пикселей в этом рисунке.
7. Рисунок, в котором используется 16 различных цветов, занимает в памяти 875 байтов. Определите ширину этого рисунка, если его высота равна 35 пикселей.
8. Рисунок, в котором используется восемь различных цветов, занимает в памяти 12 Кбайт. Определите ширину этого рисунка, если его высота равна 128 пикселей.
9. *Рисунок, в котором используется 32 различных цвета, занимает в памяти 320 байтов. Определите размеры этого рисунка, если его высота в два раза больше ширины.
10. *Рисунок, в котором используется восемь различных цветов, занимает в памяти 18 Кбайт. Определите размеры этого рисунка, если его высота в три раза больше ширины.

Скорость передачи данных

Ключевые слова:

- скорость передачи данных
- биты в секунду

Скорость передачи данных — важнейшая характеристика линии связи. Изучив этот параграф, вы научитесь решать задачи, связанные с передачей данных по сети.

Единицы измерения

Вспомним, в каких единицах измеряется скорость в уже знакомых нам ситуациях. Для автомобиля скорость — это расстояние, пройденное за единицу времени; скорость измеряется в километрах в час или метрах в секунду. В задачах перекачки жидкости скорость измеряется в литрах в минуту (или в секунду, в час).

Неудивительно, что в задачах передачи данных скоростью будем называть количество данных, переданное по сети за единицу времени (чаще всего — за секунду).

Количество данных можно измерить в любых единицах количества информации: битах, байтах, Кбайтах и др. Но на практике скорость пере-

дачи данных чаще всего измеряют в битах в секунду (бит/с).

В скоростных сетях скорость обмена данными может составлять миллионы и миллиарды битов в секунду, поэтому используются кратные единицы: 1 Кбит/с (килобит в секунду), 1 Мбит/с (мегабит в секунду) и 1 Гбит/с (гигабит в секунду).

1 Кбит/с = 1000 бит/с
1 Мбит/с = 1 000 000 бит/с
1 Гбит/с = 1 000 000 000 бит/с

Обратите внимание, что здесь приставки “кило-”, “мега-” и “гига-” обозначают (как и в международной системе единиц СИ) увеличение ровно в тысячу, миллион и миллиард раз. Напомним, что в традиционных единицах измерения количества информации “кило-” означает увеличение в 1024 раза, “мега-” — в 1024² и “гига-” — в 1024³.

Задачи

Пусть скорость передачи данных по некоторой сети равна v бит/с. Это значит, что за одну секунду передается v битов, а за t секунд — $v \cdot t$ битов.

Количество информации, переданное по каналу связи за время t , вычисляется как

$$I = v \cdot t,$$

где v — скорость передачи данных.

Задача 1. Скорость передачи данных по линии связи — 80 бит/с. Сколько байтов будет передано за пять минут?

Решение. Как вы знаете, количество информации рассчитывается по формуле $I = v \cdot t$. В данном случае $v = 80$ бит/с и $t = 5$ мин. Но скорость задана в битах в секунду, а время — в минутах, поэтому для получения правильного ответа нужно минуты перевести в секунды:

$$t = 5 \cdot 60 = 300 \text{ с}$$

и только потом выполнить умножение. Сначала получаем количество информации в битах:

$$I = 80 \text{ бит/с} \cdot 300 \text{ с} = 24\,000 \text{ битов.}$$

Затем переводим его в байты:

$$I = 24\,000 : 8 \text{ байтов} = 3000 \text{ байтов.}$$

Ответ: 3000 байт.

Задача 2. Скорость передачи данных по линии связи — 100 бит/с. Сколько секунд потребуется на передачу файла размером 125 байтов?

Решение. Нам известны скорость передачи данных ($v = 100$ бит/с) и количество информации ($I = 125$ байтов). Из формулы $I = v \cdot t$ получаем

$$t = I : v$$

Но скорость задана в битах в секунду, а количество информации — в байтах. Поэтому для того, чтобы “состыковать” единицы измерения, нужно сначала перевести количество информации в биты (или скорость в байты в секунду!):

$$I = 125 \cdot 8 \text{ битов} = 1000 \text{ битов.}$$

Теперь находим время передачи:

$$t = 1000 : 100 = 10 \text{ с.}$$

Ответ: 10 секунд.

Задача 3. Какова средняя скорость передачи данных (в битах в секунду), если файл размером 200 байтов был передан за 16 с?

Решение. Нам известны количество информации ($I = 200$ байтов) и время передачи данных ($t = 16$ с). Из формулы $I = v \cdot t$ получаем

$$v = I : t.$$

Но объем файла задан в байтах, а скорость передачи нужно получить в битах в секунду. Поэтому сначала переведем количество информации в биты:

$$I = 200 \cdot 8 \text{ битов} = 1600 \text{ битов.}$$

Теперь находим среднюю скорость

$$v = 1600 : 16 = 100 \text{ бит/с.}$$

Обратите внимание, что речь идет именно о средней скорости передачи, потому что во время обмена данными она могла изменяться.

Ответ: 100 бит/с.

Контрольные вопросы

1. В каких единицах измеряется скорость передачи данных в компьютерных сетях?
2. Что означают приставки “кило-”, “мега-” и “гига-” в единицах измерения скорости передачи данных? Как вы думаете, почему эти приставки не такие, как в единицах измерения количества информации?
3. Какая формула используется для решения задач на скорость передачи данных?
4. Как вы думаете, в чем заключается главная причина ошибок в решении таких задач?

Задачи

1. Сколько байтов информации будет передано за 24 секунды по линии связи со скоростью 1500 бит в секунду?
2. Сколько байтов информации будет передано за 15 секунд по линии связи со скоростью 9600 бит/с?
3. Сколько байтов информации передается за 16 секунд по линии связи со скоростью 256 000 бит в секунду?
4. Сколько секунд потребуется на передачу файла размером 5 Кбайт по линии связи со скоростью 1024 бита/с?
5. Сколько секунд потребуется на передачу файла размером 800 байт по линии связи со скоростью 200 бит/с?
6. Сколько секунд потребуется на передачу файла размером 256 Кбайт по линии связи со скоростью 64 байта в секунду?
7. Книжка, в которой 400 страниц текста (каждая страница содержит 30 строк по 60 символов в каждой), закодирована в 8-битной кодировке. Сколько секунд потребуется для передачи этой книжки по линии связи со скоростью 5 Кбит/с?
8. Сколько бит в секунду передается по линии связи, если файл размером 400 байт был передан за 5 с?
9. Сколько бит в секунду передается по линии связи, если файл размером 2 Кбайта был передан за 8 с?
10. Сколько байтов в секунду передается по линии связи, если файл размером 100 Кбайт был передан за 16 с?



Выводы из прочитанного:

- Информатика изучает широкий круг вопросов, связанных с автоматической обработкой данных.
- Человек получает информацию об окружающем мире с помощью органов чувств.
- Данные — это зафиксированная (закодированная) информация. Компьютеры работают только с данными.
- Сигнал — это изменение свойств носителя информации. Сообщение — это последовательности сигналов.
- Основные информационные процессы — это передача и обработка информации (данных).
- Минимальная единица измерения количества информации — это бит. Так называется количество информации, которое можно закодировать с помощью одной двоичной цифры (“0” или “1”).
- С помощью i битов можно закодировать 2^i разных вариантов.
- 1 байт содержит 8 битов.
- В единицах измерения количества информации используются двоичные приставки:
 - $1 \text{ Кбайт} = 2^{10} \text{ байтов} = 1024 \text{ байтов}$
 - $1 \text{ Мбайт} = 2^{20} \text{ байтов}$
 - $1 \text{ Гбайт} = 2^{30} \text{ байтов}$
- Информационный объем текста определяется длиной текста и мощностью алфавита. Чем больше символов содержит алфавит, тем больше будет информационный объем одного символа (и текста в целом).
- Большинство рисунков кодируется в компьютерах в растровом формате, то есть в виде набора точек разного цвета (пикселей). Пиксель — это наименьший элемент рисунка, для которого можно задать свой цвет.
- Информационный объем рисунка определяется количеством пикселей и количеством используемых цветов. Чем больше цветов используется в рисунке, тем больше будет информационный объем одного пикселя (и рисунка в целом).
- Скорость передачи данных обычно измеряется в битах в секунду (бит/с).
- В единицах измерения скорости передачи данных используются десятичные приставки:
 - $1 \text{ Кбит/с} = 1000 \text{ бит/с}$
 - $1 \text{ Мбит/с} = 1\,000\,000 \text{ бит/с}$
 - $1 \text{ Гбит/с} = 1\,000\,000\,000 \text{ бит/с}$

