

Задание 9. Кодирование и декодирование информации. Передача информации

Кодирование растровых изображений

- 1) Для хранения растрового изображения нужно выделить в памяти $I = K \cdot i$ битов, где K – количество пикселей, знаков и т.д. и i – глубина цвета (разрядность кодирования);
- 2) количество пикселей изображения K вычисляется как произведение ширины рисунка на высоту (в пикселях);
- 3) глубина кодирования (i) – это количество бит, которые выделяются на хранение цвета одного пикселя;
- 4) при глубине кодирования i битов на пиксель код каждого пикселя выбирается из 2^i возможных вариантов, поэтому можно использовать не более 2^i различных цветов.

При решении задач:

1 байт = 8 бит = 2^3 бит;

1 Кбайт = 2^{10} байт = 2^{13} бит;

1 Мбайт = 2^{20} байт = 2^{23} бит и т.д.

Формула Хартли

Для N равновероятных возможных событий количество информации, которое несёт сообщение о выборе (совершении) одного конкретного события, определяется **формулой Хартли**: $I = \log_2 N$, где $\log$ — функция логарифма по основанию 2, обратная возведению значения основания логарифма в степень, равную I , т.е. из формулы Хартли следует зависимость: $N = 2^I$. Для облегчения вычислений для значений N , представляющих собой степени числа 2, можно составить таблицу (табл. 1.1):

Таблица 1.1

2^0	1
2^1	2
2^2	4
2^3	8
2^4	16
2^5	32
2^6	64
2^7	128
2^8	256
2^9	512
2^{10}	1024
2^{11}	2048
2^{12}	4096

Для значений N , не равных степени двойки, при определении количества информации в битах из приведённой выше таблицы берётся *ближайшее большее значение* N , равное степени 2. Например, для 48 равновозможных событий количество информации, которое содержится в сообщении о совершении конкретного события, принимается равным 6 бит (так как ближайшее большее значение N , равное степени числа 2, равно 64).

«Принцип вилки»

Для приближённого вычисления количества информации при значении N , не равном 2 в некоторой степени, определяются значения количества информации для двух соседних

значений N , составляющих степени 2, и составляется соответствующее двойное неравенство. Например, пусть нужно оценить количество информации в сообщении о выпадении на верхней грани игрального кубика шести точек. В этом случае $N = 6$. Ближайшими к нему являются значения — степени двойки: $N = 4 (2 \cdot 2)$ и $N = 8 (2 \cdot 2 \cdot 2)$. Тогда можно составить неравенство:

$$2^2 < 2^i < 2^3.$$

Отсюда искомое количество информации будет больше 2 и меньше 3 битов.

Вычисленное количество информации (I), приходящееся на один знак, умножается на количество (K) знаков в данном сообщении:

$$I = i \cdot K.$$

Пример 1 с решением

Какой минимальный объём памяти (в Кбайт) нужно зарезервировать, чтобы можно было сохранить любое растровое изображение размером 128×128 пикселей при условии, что в изображении могут использоваться 128 различных цветов? В ответе запишите только целое число, единицу измерения писать не нужно.

Один пиксель кодируется 7 битами памяти: $128 = 2^7$

$$K = 128 * 128 = 2^7 \cdot 2^7 = 2^{14} \text{ пикселей.}$$

Объём памяти, занимаемый изображением $I = 2^{14} * 7 = 7 \cdot 2^{11}$ байт = $7 \cdot 2$ Кбайт = 14 Кбайт.

Ответ: 14

Пример 2 с решением

Рисунок размером 128 на 128 пикселей занимает в памяти 10 Кбайт (без учёта сжатия). Найдите максимально возможное количество цветов в палитре изображения.

$$i = I/K \Rightarrow K = 128 * 128 = 2^7 \cdot 2^7 = 2^{14} \text{ пикселей (или } 2 * 2^{13})$$

$$i = 10 * 2^{13} / 2 * 2^{13} = 5 \text{ бит} \Rightarrow N = 2^i, \text{ количество цветов } 32.$$

Ответ: 32

Пример 3 с решением

Какой минимальный объём памяти (в Кбайт) нужно зарезервировать, чтобы можно было сохранить любое растровое изображение размером 320×640 пикселей при условии, что в изображении могут использоваться 256 различных цветов? В ответе запишите только целое число, единицу измерения писать не нужно.

Один пиксель кодируется 8 битами памяти: $256 = 2^8$ 8 бит = 1 байт

$$K = 320 * 640 = 204800 \text{ пикселей.}$$

$$\text{Объём памяти, занимаемый изображением } I = 204800 * 1 = 204800 \text{ байт} = 200 \text{ Кбайт.}$$

Ответ: 200

Кодирование звука. Скорость передачи информации

1) При оцифровке звука в памяти запоминаются только отдельные значения сигнала, который нужно выдать на динамик или наушники.

2) Частота дискретизации определяет количество отсчетов, запоминаемых за 1 секунду; 1 Гц (один герц) – это один отсчет в секунду, а 8 кГц – это 8000 отсчетов в секунду.

3) Глубина кодирования – это количество бит, которые выделяются на один отсчет.

4) $I = k * f * B * t$, где

I – размер файла (в битах), содержащего запись звука,

k – количество каналов записи (например, 1 – моно, 2 – стерео, 4 – квадро и т.д.),

f – частота дискретизации (в герцах), т.е. количество значений амплитуды звука фиксируемых за одну секунду;

B – разрешение, т.е. число бит, используемых для хранения каждого измеренного значения;

t – продолжительность звукового фрагмента (в секундах), например, при $f = 8$ кГц, глубине кодирования 16 бит на отсчёт и длительности звука 128 секунд требуется

$$I = 8000 \cdot 16 \cdot 128 = 16384000 \text{ бит}$$

$$I = 8000 \cdot 16 \cdot 128 / 8 = 2048000 \text{ байт}$$

$$I = 8000 \cdot 16 \cdot 128 / 8 / 1024 = 2000 \text{ Кбайт}$$

$$I = 8000 \cdot 16 \cdot 128 / 8 / 1024 / 1024 \approx 1,95 \text{ Мбайт}$$

Пример 4 с решением

Производится одноканальная (моно) звукозапись с частотой дискретизации 16 кГц и глубиной кодирования 24 бита. Запись длится 1 минуту, ее результаты записываются в файл, сжатие данных не производится. Какое из приведенных ниже чисел наиболее близко к размеру полученного файла, выраженному в мегабайтах?

1) 0,2 2) 2 3) 3 4) 4

1) Частота дискретизации 16 кГц, за одну секунду запоминается 16000 значений сигнала;

2) глубина кодирования – 24 бита = 3 байта, для хранения 1 секунды записи требуется $16000 * 3 \text{ байта} = 48\,000 \text{ байт}$, (для стерео записи – в 2 раза больше);

3) на 1 минуту = 60 секунд записи потребуется $60 * 48000 \text{ байта} = 2\,880\,000 \text{ байт} \sim 3 \text{ Мбайт}$

Ответ: 3.

Определение скорости передачи информации при заданной пропускной способности канала.

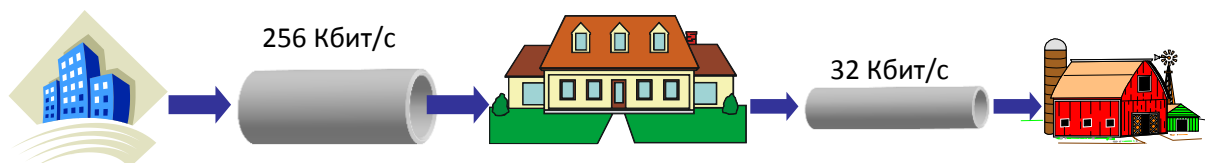
Объем переданной информации Q вычисляется по формуле $Q = q \cdot t$, где q – пропускная способность канала (в битах в секунду или подобных единицах), а t – время передачи.

Пример 5 с решением

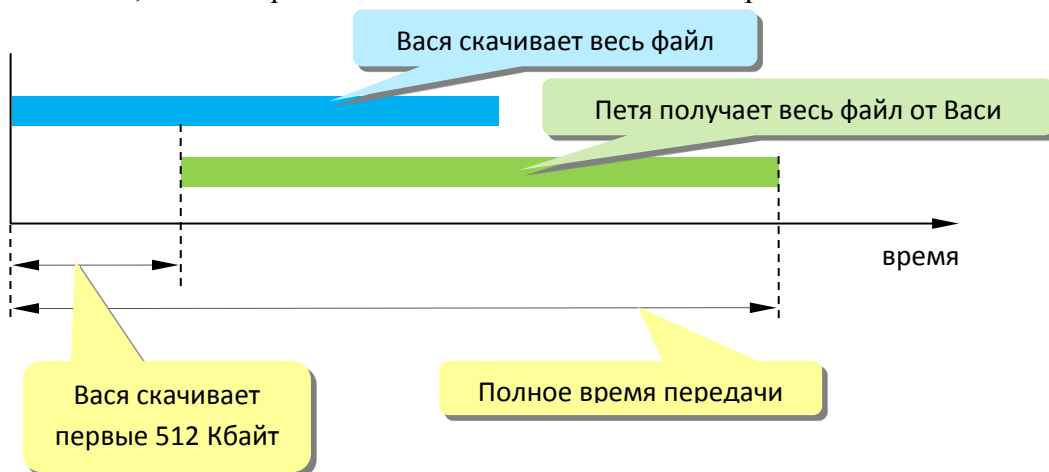
У Васи есть доступ к Интернет по высокоскоростному одностороннему радиоканалу, обеспечивающему скорость получения им информации 256 Кбит в секунду. У Пети нет скоростного доступа в Интернет, но есть возможность получать информацию от Васи по низкоскоростному телефонному каналу со средней скоростью 32 Кбит в секунду. Петя договорился с Васей, что тот будет скачивать для него данные объемом 5

Мбайт по высокоскоростному каналу и ретранслировать их Пете по низкоскоростному каналу. Компьютер Васи может начать ретрансляцию данных не раньше, чем им будут получены первые 512 Кбайт этих данных. Каков минимально возможный промежуток времени (в секундах), с момента начала скачивания Васей данных, до полного их получения Петей? В ответе укажите только число, слово «секунд» или букву «с» добавлять не нужно.

1) нарисует схему:



2) фактически нужно определить, сколько времени будет передаваться файл объемом 5 Мбайт по каналу со скоростью передачи данные 32 Кбит/с; к этому времени нужно добавить задержку файла у Васи (пока он не получит 512 Кбайт данных по каналу со скоростью 256 Кбит/с); можно построить такую диаграмму Ганта, где на горизонтальной оси откладывается время¹:



3) согласовываем единицы измерения, находим объем файла в Кбитах:

$$Q = 5 \cdot 2^{10} \text{ Кбайт} = 5 \cdot 2^{10} \cdot 2^3 = 5 \cdot 2^{13} \text{ Кбит}$$

4) время «чистой» передачи файла от Васи к Пете со скоростью $q = 32 \text{ Кбит/с}$:

$$t = \frac{Q}{q} = \frac{5 \cdot 2^{13}}{32} = \frac{5 \cdot 2^{13}}{2^5} = 5 \cdot 2^8 = 5 \cdot 256 = 1280 \text{ с}$$

5) определяем, сколько Кбит должен скачать Вася до начала передачи Пете:

$$Q_0 = 512 \text{ Кбайт} = 512 \cdot 8 \text{ Кбит}$$

6) задержка файла у Васи = время скачивания файла объемом 512 Кбайт со скоростью $q_0 = 256 \text{ Кбит/с}$:

$$t_0 = \frac{Q_0}{q_0} = \frac{512 \cdot 8}{256} = 16 \text{ с}$$

7) общее время $t_0 + t = 16 + 1280 = 1296 \text{ с}$.

Ответ: 1296.

¹ О.Б. Богомолова, Д.Ю. Усенков. Задача о передаче: решение задачи ЕГЭ с помощью диаграмм Ганта // Информатика, № 7, 2011.

Пример 5 с решением

Документ объемом 5 Мбайт можно передать с одного компьютера на другой двумя способами:

- А) сжать архиватором, передать архив по каналу связи, распаковать;
- Б) передать по каналу связи без использования архиватора.

Какой способ быстрее и насколько, если

- средняя скорость передачи данных по каналу связи составляет 2^{18} бит в секунду,
- объем сжатого архиватором документа равен 80% от исходного,
- время, требуемое на сжатие документа – 35 секунд, на распаковку – 3 секунды?

В ответе напишите букву А, если способ А быстрее или Б, если быстрее способ Б. Сразу после буквы напишите количество секунд, насколько один способ быстрее другого.

Так, например, если способ Б быстрее способа А на 23 секунды, в ответе нужно написать Б23. Слов «секунд», «сек.», «с.» к ответу добавлять не нужно.

Решение

Способ А. Общее время складывается из времени сжатия, распаковки и передачи. Время передачи t рассчитывается по формуле $t = Q / q$, где Q — объем информации, q — скорость передачи данных.

Найдём сжатый объём: $5 * 0,8 = 4$ Мбайта

Переведём Q из Мбайт в биты: $4 \text{ Мбайта} = 4 * 2^{20} \text{ байт} = 4 * 2^{23} \text{ бит}$.

Найдём общее время: $t = 35 \text{ с} + 3 \text{ с} + 4 * 2^{23} \text{ бит} / 2^{18} \text{ бит/с} = 38 + 2^7 \text{ с} = 166 \text{ с}$.

Способ Б. Общее время совпадает с временем передачи: $t = 5 * 2^{23} \text{ бит} / 2^{18} \text{ бит/с} = 5 * 2^5 \text{ с} = 160 \text{ с}$.

Видно, что способ Б быстрее на $166 - 160 = 6 \text{ с}$.

Ответ: Б6.

Задания для тренировки

1. Производилась двухканальная (стерео) звукозапись с частотой дискретизации 16 кГц и 24-битным разрешением. В результате был получен файл размером 60 Мбайт, сжатие данных не производилось. Какая из приведённых ниже величин наиболее близка к времени, в течение которого проводилась запись?

- 1) 2 мин
- 2) 5 мин
- 3) 10 мин
- 4) 15 мин

2. Производилась четырёхканальная (квадро) звукозапись с частотой дискретизации 32 кГц и 24-битным разрешением. В результате был получен файл размером 20 Мбайт, сжатие данных не производилось. Какая из приведённых ниже величин наиболее близка ко времени, в течение которого проводилась запись?

- 1) 30 сек.
- 2) 60 сек.

- 3) 90 сек.
- 4) 120 сек.

3. Документ объёмом 20 Мбайт можно передать с одного компьютера на другой двумя способами.

А. Сжать архиватором, передать архив по каналу связи, распаковать.

Б. Передать по каналу связи без использования архиватора.

Какой способ быстрее и насколько, если:

- средняя скорость передачи данных по каналу связи составляет 2^{20} бит в секунду;
- объём сжатого архиватором документа равен 20% исходного;
- время, требуемое на сжатие документа, – 5 секунд, на распаковку – 1 секунда?

В ответе напишите букву А, если быстрее способ А, или Б, если быстрее способ Б. Сразу после буквы напишите число, обозначающее, на сколько секунд один способ быстрее другого.

Так, например, если способ Б быстрее способа А на 23 секунды, в ответе нужно написать Б23.

Единиц измерения «секунд», «сек.», «с.» к ответу добавлять не нужно.

4. У Толи есть доступ к сети Интернет по высокоскоростному одностороннему радиоканалу, обеспечивающему скорость получения информации 2^{18} бит в секунду. У Миши нет скоростного доступа в Интернет, но есть возможность получать информацию от Толи по низкоскоростному телефонному каналу со средней скоростью 2^{15} бит в секунду. Миша договорился с Толей, что тот будет скачивать для него данные объёмом 11 Мбайт по высокоскоростному каналу и ретранслировать их Мише по низкоскоростному каналу. Компьютер Толи может начать ретрансляцию данных не раньше, чем им будут получены первые 512 Кбайт этих данных. Каков минимально возможный промежуток времени (в секундах) с момента начала скачивания Толей данных до полного их получения Мишей? В ответе укажите только число, слово «секунд» или букву «с» добавлять не нужно.

5. Сколько секунд потребуется модему, передающему сообщения со скоростью 14 400 бит/с, чтобы передать сообщение объёмом 225 Кбайт?

6. Какой минимальный объём памяти (в Кбайт) нужно зарезервировать, чтобы можно было сохранить любое растровое изображение размером 128×128 пикселей при условии, что в изображении могут использоваться 256 различных цветов? В ответе запишите только целое число, единицу измерения писать не нужно.

7. Средняя скорость передачи данных с помощью модема равна 36 864 бит/с. Сколько секунд понадобится модему, чтобы передать 4 страницы текста в 8-битной кодировке КОИ8, если считать, что на каждой странице в среднем 2 304 символа?

8. Производится двухканальная (стерео) звукозапись с частотой дискретизации 22 кГц и глубиной кодирования 24 бита. Запись длится 2 минуты, ее результаты записываются в файл, сжатие данных не производится. Какое из приведенных ниже чисел наиболее близко к размеру полученного файла, выраженному в мегабайтах?

- 1) 10 Мбайт
- 2) 15 Мбайт
- 3) 20 Мбайт
- 4) 25 Мбайт.

Ответы к заданиям для тренировки

1. 3
2. 2
3. А 122
4. 2832
5. 128
6. 16 Кбайт
7. 2
8. 15 Мбайт