**Общие указания**

Разработать две программы, имитирующие источник (РЛС, СИНС, ГАС) и потребитель информации (ИУС). Допускается объединить эти функции в одной программе, выбор режим в этом случае осуществлять через параметр инициализации программы.

Выбрать способ ввода параметров инициализации программы:

* командная строка;
* переменные окружения;
* конфигурационный файл.

Организовать чтение и декодирование параметров инициализации, в зависимости от выбранного способа ввода этих параметров.

Параметрами инициализации для программы являются:

* сетевой адрес и порт назначения (для системы- источника информации)
* сетевой адрес и порт приема информации (для системы- приемника информации)
* периодичность отправки информационных пакетов в секундах или миллисекундах (для системы- источника информации)
* 3- 4 параметра из перечня передаваемой информации, чтобы обеспечить возможность изменить содержимое информационных пакетов при старте программы (для системы- источника информации).

Вывод информации осуществлять в командную строку, перечень информации должен содержать:

* параметры инициализации
* передаваемые и принимаемые информационные сообщения в виде, удобном для восприятия пользователем.

Если программа запускается без параметров, то в стандартный вывод она должна вывести:

* наименование (назначение программы);
* номер варианта исходных данных;
* фамилию и имя студента- разработчика;
* номер группы;
* перечень параметров (ключей), описание их назначения и способа передачи в программу.

**Протокол информационного обмена**

Выбрать ширину разрядной сетки (размер информационного слова) для описания протокола -16 бит.

Таблица 1. Пример: перечень передаваемой информации

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Описание** | **Обозначение** | **Диапазон значений, точность** |
| Тип сообщения | ТС | 145 |
| Номер пакета | НП | 0-255 |
| Время формирования информации, час | Час | 0-23 |
| Время формирования информации, мин | Мин | 0-59 |
| Время формирования информации, сек | Сек | 0-59 |
| Время формирования информации, день | День | 1-31 |
| Время формирования информации, месяц | Месяц | 1-12 |
| Время формирования информации, год | Год | 0-99 |
| Режим антенны | АНТ | отключена (0),  излучение (1),  эквивалент (2) |
| Шкала | ШК | 4км (0)  8км (1)  16км (2)  32км (3) |
| Режим | РР | основной (0)  резервный (1)  автономный (2) |
| Состояние | Сост | исправен (0)  работоспособен (1)  отказ (2) |
| Стабилизация антенны | Ст | да, нет |
| Направление антенны, град | Напр | [0-360), ц.м.р. 360/216 |
| Контрольная сумма | КС | 0-65535 |

По каждому информационному сообщению необходимо разработать:

* структуру передачи информации (отображает то, как информация передается по сети);
* описание передаваемой информации с учетом разработанной структуры (представляет собой расширенное описание передаваемой информации с указанием номера слова и номеров битов в этом слове).

Использовать порядок следования байт big-endian (старший байт слева).

Таблица 2. Возможный вариант структуры передачи информации

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 15 | 14 | 13 | 12 | 11 | 10 | 9 | 8 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| 1 | ТС=145 | | | | | | | |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 2 |  |  |  |  |  |  |  |  | НП | | | | | | | |
| 3 | Мин | | | | | | | | Час | | | | | | | |
| 4 | День | | | | | | | | Сек | | | | | | | |
| 5 | Год | | | | | | | | Месяц | | | | | | | |
| 6 | Ст |  | РО | |  |  | Сост | | | РР | | ШК | | АНТ | | |
| 7 | Напр | | | | | | | | | | | | | | | |
| 8 | КС | | | | | | | | | | | | | | | |

Таблица 3. Описание передаваемой информации

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Обозначение информационного поля | Номер слова | Номера битов | Значения |
| ТС | 1 | 8-15 | 145 |
| НП | 2 | 0-7 | 0 - 255 |
| Час | 3 | 0-7 | 0 – 23 |
| Мин | 3 | 8-15 | 0 – 59 |
| Сек | 4 | 0-7 | 0 – 59 |
| День | 4 | 8-15 | 1 - 31 |
| Месяц | 5 | 0-7 | 1 - 12 |
| Год | 5 | 8-15 | 0 - 99 |
| АНТ | 6 | 0-2 | отключена (0),  излучение (1),  эквивалент (2) |
| ШК | 6 | 3,4 | 4км (0)  8км (1)  16км (2)  32км (3) |
| РР | 6 | 5,6 | основной (0)  резервный (1)  автономный (2) |
| Сост | 6 | 7-9 | исправен (0)  работоспособен (1)  отказ (2) |
| РО | 6 | 12,13 | РО-1 (0)  РО-2 (1)  РО-3 (2)  РО-4 (3) |
| Ст | 6 | 15 | нет (0)  да (1) |
| Напр | 7 | 0-15 | ц.м.р. 360/216 |
| КС | 8 | 0-15 | 0 - 65535 |

Количество бит, отводимое для передачи информационного поля, определяется исходя из:

* диапазона передаваемых значений;
* точности представления информации;
* возможного расширения диапазоны передаваемых значений в будущем;
* наличия ограничения на размер информационного пакета;
* удобства анализа предаваемой информации с помощью программ, подобных tcpdump.

Идентификационные признаки сообщения (тип сообщения, ТС) обычно размещают в первых информационных словах, контрольная сумма обычно размещается в последнем слове.

Номер сообщения N, в тех случаях, где он используется, формировать последовательным увеличением значения на 1 при каждой отправке пакета.

Контрольная сумма КС в нашем случае подсчитывается путем суммирования всех слов информационного пакета за исключением слова контрольной суммы.

Желательно группировать информационные поля по видам передаваемой информации в одном либо нескольких смежных словах. В приведенном примере:

* тип (код сообщения) – слово 1
* номер пакета размещен в слове 2
* передача даты и времени осуществляется в смежных словах 3-5, для удобства анализа в tcpdump составляющие даты и времени занимают целый байт;
* информация о режимах целиком сгруппирована в слове 6

Для определения количества бит по заданному диапазону можно воспользоваться таблицей 4.

Таблица 4. Зависимость диапазона представления целого положительного числа от ширины информационного поля

|  |  |
| --- | --- |
| Ширина информационного поля (бит) | Диапазон представления числа |
| 1 | 0, 1 |
| 2 | 0 – 3 |
| 3 | 0 – 7 |
| 4 | 0 – 15 |
| 5 | 0 – 31 |
| 6 | 0 – 63 |
| 7 | 0 – 127 |
| 8 | 0 – 255 |
| 9 | 0 – 511 |
| 10 | 0 – 1023 |
| 11 | 0 – 2047 |
| 12 | 0 – 4095 |
| 13 | 0 – 8191 |
| 14 | 0 – 16383 |
| 15 | 0 – 32767 |
| 16 | 0 - 65535 |

На intel- совместимых процессорах используется порядок следования байт little-endian, т.е. для того, чтобы выдаваемая информация соответствовала протоколу (big-endian), требуется выполнить перестановку байт местами.

Для изменения порядка следования байт в словах шириной 16 бит при записи/ чтении можно использовать функции htons, ntohs (**h**ost-**to**-**n**etwork **s**hort, **n**etwork-**to**-**h**ost **s**hort) либо разработать собственную функцию, выполняющую такую перестановку в памяти, учитывающую используемую процессорную архитектуру.

Каждое слово информационного пакета имеет размер 2 байта (16 бит) и представляет собой целое, описываемое стандартными типами языка С short или unsigned short.

Запись данных в информационный пакет представляет собой операцию кодирования в двухбайтовое представление двух видов:

* целого числа без знака (тип unsigned short) в диапазоне 0 … 65535
* целого числа со знаком (тип short) в диапазоне -32768 … 32767

В бинарном представлении диапазон чисел 0000000000000000b … 1111111111111111b.

Чтение данных из информационного пакет представляет собой операцию декодирования из двухбайтового представления.

При кодировании отрицательных чисел в языке С и АЛУ процессора используется дополнительный код. Данное обстоятельство нужно учитывать, т.к. в информационных протоколах для кодирования целых отрицательных целых чисел могут использоваться:

* дополнительный код (в этом случае дополнительные преобразования не требуются)
* прямой код;
* обратный код.

В языке С описание информационных пакетов с шириной слова 16 бит можно осуществлять двумя способами:

* как массив слов типа short, unsigned short
* как структуру с применением битовых полей на базе типов short, unsigned short.

Выбор способа описания завит от характера передаваемой информации. Первый способ описания в ряде случаев оказывается более компактным и универсальным. Если количество битовых полей информационных пакетов велико, то предпочтение стоит отдать второму способу.

Выбор типа short или unsigned short зависит от того, кодируется число со знаком (short) или число без знака (unsigned short).

Для работы с массивом слов (1-й способ) используются операции записи и чтения в информационных полях с применением операций сдвига >>, << и побитовых операций ~, |, &, с помощью которых формируется битовая маска. Битовая маска, в свою очередь, обеспечивает доступ к битовому полю с целью установки и чтения его значений.

При работе с битовыми полями (2-й способ) используются возможности языка С по работе с отдельными битами.

**Способы кодирования вещественных чисел на ограниченной разрядной сетке**

Кодирование вещественных положительных чисел (чисел с плавающей запятой) на ограниченной разрядной сетке представляет собой перевод исходного вещественно числа А (типа float или double) в эквивалентный целочисленный код С (типа char, short, unsigned short, int и т.д.) с учетом заданного диапазона представления модуля исходного числа от 0 до Amax и максимально возможного значения кода числа Сmax = 2n, где n – количество разрядов, отводимых для кода числа. Для перевода (кодирования) чисел воспользуемся пропорцией:

|  |  |
| --- | --- |
| А/С = Amax/Cmax | (1) |

Соотношение Amax/Cmax называют ценой младшего разряда (ц.м.р.)

|  |  |
| --- | --- |
| Amax/Cmax = ц.м.р | (2) |

Из формул (1) и (2) следует, что целочисленный код С по заданному вещественному числу А определяется по формуле

|  |  |
| --- | --- |
| С = A/ц.м.р | (3) |

Для определения минимального количество разрядов (ширины информационного поля) необходимо определить Cmax по известным Amax и ц.м.р., используя формулу:

|  |  |
| --- | --- |
| Сmax = Amax/ц.м.р | (4) |

Для обратного перевода (декодирования) числа используется формула:

|  |  |
| --- | --- |
| A = C \* ц.м.р | (5) |

Пример 1:

[0-360), ц.м.р. 0.1 град

означает, что кодируется вещественная величина А, принимающая значения 0 ≤ А < 360. Цена младшего разряда (бита) составляет 0.1 град

Для расчета минимальной ширины информационного поля, необходимого для представления числа A с заданной ц.м.р., вначале по формуле (4) определяем Сmax = 360/0.1 = 3600. По таблице 1 находим ближайший диапазон, перекрывающий Сmax=3600, в нашем случае 0-4095, что соответствует 12 разрядам.

Пример 1.1: число A = 12.4, то по формуле (3) находим, что С = 12.4/0.1 = 124 = 1111100b

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 15 | 14 | 13 | 12 | 11 | 10 | 9 | 8 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
|  |  |  |  |  | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 |

Пример 1.2: число А=234.6, С = 234.6/0.1 = 2346 = 100100101010b

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 15 | 14 | 13 | 12 | 11 | 10 | 9 | 8 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
|  |  |  |  |  | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 |

Пример 2:

[-360 - 360), ц.м.р. 0.1 град, код дополнительный

означает, что кодируется вещественная величина А, принимающая значения -360 ≤ А < 360. Цена младшего разряда (бита) составляет 0.1 град. Представление отрицательных значений кода С осуществляется в дополнительном коде.

Для записи знакового бита в этом случае требуется расширение битового поля на 1, т.е. Сmax+1.

Пример 2.1: А=234.6, С = 234.6/0.1 = 2346 = 0100100101010b

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 15 | 14 | 13 | 12 | 11 | 10 | 9 | 8 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
|  |  |  |  | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 |

При кодирования отрицательных чисел по- умолчанию на выходе формируется целочисленный код С, представленный в дополнительном коде. Если в протоколе указано использование кода такого вида, то значение С сразу может быть записано в соответствующее информационное поле.

Пример 2.2: А=-234.6, код дополнительный С = -234.6/0.1 = -2346 = 1011011010110b в дополнительном коде

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 15 | 14 | 13 | 12 | 11 | 10 | 9 | 8 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
|  |  |  |  | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 |

Если указано использование прямого кода, то вначале берется значение модуля числа и выполняются действия, аналогичные примеру 1.

Полученный модуль записывается в отведенное поле, а значение знакового бита устанавливается в 1, если A<0 и в 0, если A > 0.

Пример 2.3: число А=-234.6, код прямой С=-2346 = 1100100101010b в прямом коде

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 15 | 14 | 13 | 12 | 11 | 10 | 9 | 8 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
|  |  |  |  | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 |