

## Практична робота № 3

### Тема: Розрахунок оптимального коду з використанням методу Шеннона-Фано

**Мета роботи:** Освоїти методику побудови оптимального коду з використанням методу Шеннона-Фано

Робота може виконуватись у команді або індивідуально.

Важливо не використовувати вже відпрацьований підхід до розробки ПЗ.

Важливо – звітні документи щодо проекту повинні включати презентацію та план забезпечення якості ПЗ (IEEE 730-02 “IEEE Standard for Software Quality Assurance Plans”).)

У презентацію включити перелік посилань, які використовуються для підготовки плану.

Короткі теоретичні відомості. Опис методу Шеннона-Фано

1. Задати джерело дискретної інформації, описавши його в стандартній формі  $X = \{x_i: p(x_i), i=1, n\}$  та охарактеризувавши його значенням ентропії  $H(X)$ , що обчислюється як

$$H(X) = - \sum_{i=1}^n p(x_i) \log_2 p(x_i)$$

2. Скласти таблицю формування ефективного коду символів ІДД, що має  $(n+1)$  рядок та не більше  $(n + 3)$  стовпців.

3. Виписати в порядку спадання значень імовірностей  $p(x_i); i = \overline{1, n}$ , символи  $x_i$  розмістивши їх у второму стовпці, а значення імовірностей їх появи на виході ІДД - в третьому.

4. Провести перший крок процедури ефективного кодування, для чого символи розділити на дві групи з найможливіше рівними сумами імовірностей символів груп, після чого всім символам верхньої групи в старший розряд коду в четвертому стовпці вписати одиницю (1), а нижньої групи - нуль (0).

5. Провести другий крок процедури ефективного кодування, для чого символи кожної з двох груп, отриманих у п.4 алгоритму, розділити на дві підгрупи з найможливіше рівними сумами ймовірностей символів суміжних підгруп, після чого всім символам верхніх підгруп у розряд коду, що слідує за старшим, у п'ятому стовпці вписати одиницю (1), а нижніх підгруп - нуль (0).

6. Провести наступні кроки процедури ефективного кодування за схемою, описаною в п.п.4 і 5 алгоритму, щоразу вписуючи в наступний розряд коду символів верхніх підгруп одиницю (1), а нижніх підгруп - нуль (0), причому процедуру проводити доти, доки не будуть закодовані всі символи алфавіту, число ітерацій якої в залежності від числа  $p$  символів ІДІ, що кодуються, і структура розподілу ймовірностей  $p(x_i)$  за символами може становити від одиниці до  $p-1$ .

7. Виписати в останній правий стовпець таблиці значення чисел розрядів сформованих ефективних кодів, що є довжиною  $l(K(x_i))$  цих кодів для того, щоб обчислити середнє на символ число двійкових розрядів коду за допомогою співвідношення

$$l_{cp}\{K(x_i)\} = \sum p(x_i)l\{K(x_i)\}$$

8. Оцінити ступінь близькості  $l_{cp}\{K(x_i)\}$  до ентропії  $H(X)$  ІДД шляхом контролю виконання нерівності

$$\frac{l_{cp}\{K(x_i)\} - H(X)}{H(X)} \leq \delta_l = 0.05 - 0.1$$

Якщо нерівність виконується, здійснити перехід до п. 14 алгоритму, якщо нерівність не виконується, то здійснити перехід до п. 9 алгоритму.

9. Модифікувати джерело шляхом введення агрегованих символів  $x_l = x_i x_j, (i, j = \overline{1, n}, l = \overline{1, n^2})$  характеризуються ймовірностями появи на виході модифікованого ІДД  $p(x_l)$ , рівними  $p(x_l) = p(x_i)p(x_j)$ .

10. Здійснити ефективне кодування агрегованих символів модифікованого ІДД за схемою, представленою п.п.2 – 7 алгоритму.

11. Оцінити за допомогою співвідношення (4.9) середню довжину коду на агрегований символ, з наступним перерахуванням її шляхом поділу отриманої довжини на число елементів в агрегованому символі – блоці.

12. Виконати перевірку виконання нерівності.

Якщо нерівність виконується, здійснити перехід до п. 14 алгоритму, якщо ні, то здійснити перехід до п. 13 алгоритму.

13. Здійснити чергову модифікацію джерела дискретної інформації, збільшивши кількість вихідних символів у блоках на одиницю, та виконати п.п.2 - 7 та п.п. 10 - 12 алгоритму.

14. Передати таблиці отриманих ефективних кодів символів (загалом блоків символів) в алгоритмічну та апаратне середовище ефективного кодування.

### **Зміст завдання**

#### **Вихідні дані для кодування**

Число символів алфавіту  $k = (\text{номер за списком, можна взяти номер за списком будь-якого учасника команди}) + 20$ .

### **Завдання 1.**

Визначити кількість інформації на символ повідомлення, що складається з цього алфавіту:

- а) якщо символи алфавіту зустрічаються з рівними ймовірностями;
- б) якщо ймовірності появи символів відповідають підпорядковуються наступному закону

$$p_i = \left(\frac{1}{2}\right)^i, \sum p_i = 1$$

### **Завдання 2**

Визначити, наскільки недовантажені символи у другому випадку.

Кількість символів алфавіту  $k = (\text{номер за списком команди}) + 10$ .

Тривалості символів:  $\tau_1 = 1\text{с}$ ,  $\tau_2 = 2\text{с}$ ,  $\tau_k = \tau_{k-1} + 1$ .

Ймовірність появи символів взяти з пункту 1.1.

### **Завдання 3**

Знайти швидкість передачі повідомлень, складених із таких символів.

- 1.3 Побудувати оптимальний код повідомлення з використанням методу Шеннона-Фано, описаного вище.
- 1.4 Отриманий код має бути переданий від кодера (пристрій 1) на декодер (пристрій 2).
- 1.5 Декодер має розкодувати отриману послідовність. Можна використовувати будь-які пристрої для кодування та декодування.

**Презентація включає:**

1. Титульний лист. (Назва практичної роботи. Прізвище, ім'я, по батькові, номер групи виконавця, дата здачі.)
2. Усі необхідні математичні співвідношення для обчислень. Опис методу Шеннона – Фано.
3. Звіт повинен містити блок-схему алгоритму побудови оптимального коду за методом Шеннона-Фано.
4. План забезпечення якості ПЗ.
5. Демонстрацію кодування, передачі та декодування символів.
6. Результати розв'язання задач.
7. Висновки щодо практичної роботи.

Презентація надсилається на пошту викладача.