

РОЗРАХУНКОВА РОБОТА 6

ІНФОРМАЦІЙНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ДЖЕРЕЛА, ПРИЙМАЧА ТА КАНАЛУ ЗВ'ЯЗКУ З ПЕРЕШКОДАМИ

Мета роботи: навчитися розраховувати інформаційні характеристики системи передачі даних.

Вхідні дані

Матушевич Ярослав Євгенович

1 листопада 1997 року

10 номер в групі

$j_1 = 1 + 1997 = 1998$ кількість переданих символів

$j_2 = 11$ мс - середній час виробітку символу на виході джерела

$j_3 = 10$ – порядковий номер завдання

(1) Безумовні ймовірності

$$p(A, B) = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0,05 \\ 0,15 & 0,05 & 0,1 \\ 0,1 & 0,15 & 0,4 \end{pmatrix}, \quad \begin{matrix} p(a_i) \\ (0,05) \\ (0,3) \\ (0,65) \end{matrix}$$
$$p(b_j) \quad (0,25 \quad 0,2 \quad 0,55)$$

(2) Ентропія джерела і приймача

$$H(A) = - \sum p(a_i) \log_2 p(a_i)$$

| $p(a_i)$ | $\log_2(p(a_i))$ | $p \cdot \log$ |
|----------|------------------|----------------|
| 0,05 | -4,3219 | -0,2161 |
| 0,3 | -1,7370 | -0,5211 |
| 0,65 | -0,6215 | -0,4040 |
| | $H(A) =$ | 1,1412 |

$$H(A) = 1,1412 \text{ біт/симв}$$

$$H(B) = - \sum p(b_j) \log_2 p(b_j)$$

| p(bj) | log2(p(bj)) | p*log |
|-------|-------------|---------|
| 0,25 | -2,0000 | -0,5000 |
| 0,2 | -2,3219 | -0,4644 |
| 0,55 | -0,8625 | -0,4744 |
| | H(B) = | 1,4388 |

$$H(B) = 1,4388 \text{ біт/симв}$$

(3) Матриця умовних ймовірностей з боку приймача

$$p(a_i/b_j) = \frac{p(a_i, b_j)}{p(b_j)}$$

| | | | |
|----------|-----|------|--------|
| | 0 | 0 | 0,0909 |
| p(ai/bj) | 0,6 | 0,25 | 0,1818 |
| | 0,4 | 0,75 | 0,7273 |

Умовна ентропія

$$H(A/B) = - \sum_i \sum_j p(b_j) p(a_i/b_j) \log_2 p(a_i/b_j)$$

| | | | |
|----------|-----|------|--------|
| | 0 | 0 | 0,0909 |
| p(ai/bj) | 0,6 | 0,25 | 0,1818 |
| | 0,4 | 0,75 | 0,7273 |

| | | | |
|------|----------|----------|----------|
| | 0 | 0 | -3,45943 |
| log2 | -0,73697 | -2 | -2,45943 |
| | -1,32193 | -0,41504 | -0,45943 |

| | | | |
|-------|----------|----------|----------|
| | 0 | 0 | -0,31449 |
| p*log | -0,44218 | -0,5 | -0,44717 |
| | -0,52877 | -0,31128 | -0,33413 |

| | | | |
|-------|----------|----------|----------|
| Σ | -0,97095 | -0,81128 | -1,0958 |
| p(bj) | 0,25 | 0,2 | 0,55 |
| | -0,24274 | -0,16226 | -0,60269 |

| | |
|--------|--------|
| H(A/B) | 1,0077 |
|--------|--------|

$$H(A/B) = 1,0077 \text{ біт/симв}$$

Також

$$H(A/B) = - \sum_i \sum_j p(a_i, b_j) \log_2 p(a_i/b_j)$$

| | | | |
|--------|------|------|------|
| | 0 | 0 | 0,05 |
| p(A,B) | 0,15 | 0,05 | 0,1 |
| | 0,1 | 0,15 | 0,4 |

| | | | |
|-------|----------|----------|----------|
| | 0 | 0 | -0,17297 |
| p*log | -0,11054 | -0,1 | -0,24594 |
| | -0,13219 | -0,06226 | -0,18377 |

| | |
|--------|--------|
| H(A/B) | 1,0077 |
|--------|--------|

$$H(A/B) = 1,0077 \text{ біт/симв}$$

Результати збігаються.

(4) Матриця умовних ймовірностей з боку джерела повідомлень

$$p(b_j/a_i) = \frac{p(a_i, b_j)}{p(a_i)}$$

| | | | |
|----------|--------|--------|--------|
| | 0,0000 | 0,0000 | 1,0000 |
| p(bj/ai) | 0,5000 | 0,1667 | 0,3333 |
| | 0,1538 | 0,2308 | 0,6154 |

Умовна ентропія

$$H(B/A) = - \sum_i \sum_j p(a_i) p(b_j/a_i) \log_2 p(b_j/a_i)$$

| | | | |
|----------|--------|--------|--------|
| | 0,0000 | 0,0000 | 1,0000 |
| p(bj/ai) | 0,5000 | 0,1667 | 0,3333 |
| | 0,1538 | 0,2308 | 0,6154 |

| | | | |
|-----|----------|----------|----------|
| | 0 | 0 | 0 |
| log | -1 | -2,58496 | -1,58496 |
| | -2,70044 | -2,11548 | -0,70044 |

| | | | | | | |
|-------|----------|----------|----------|----------|-------|----------|
| | | | | Σ | p(ai) | |
| | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,05 | 0 |
| p*log | -0,5 | -0,43083 | -0,52832 | -1,45915 | 0,3 | -0,43774 |
| | -0,41545 | -0,48819 | -0,43104 | -1,33468 | 0,65 | -0,86754 |

| | |
|--------|--------|
| H(B/A) | 1,3053 |
|--------|--------|

$$H(B/A) = 1,3053 \text{ біт/симв}$$

Також

$$H(B/A) = - \sum_i \sum_j p(a_i, b_j) \log_2 p(b_j/a_i)$$

| | | | |
|--------|------|------|------|
| | 0 | 0 | 0,05 |
| p(A,B) | 0,15 | 0,05 | 0,1 |
| | 0,1 | 0,15 | 0,4 |

| | | | |
|-------|----------|----------|----------|
| | 0 | 0 | 0 |
| p*log | -0,15 | -0,12925 | -0,1585 |
| | -0,27004 | -0,31732 | -0,28018 |

H(B/A) 1,3053

$$H(B/A) = 1,3053 \text{ біт/симв}$$

Результати збігаються.

(5) Ентропія об'єднання

$$H(A, B) = - \sum_i \sum_j p(a_i, b_j) \log_2 p(a_i, b_j)$$

| | | | |
|--------|------|------|------|
| | 0 | 0 | 0,05 |
| p(A,B) | 0,15 | 0,05 | 0,1 |
| | 0,1 | 0,15 | 0,4 |

| | | | |
|-----|----------|----------|----------|
| | 0 | 0 | -4,32193 |
| log | -2,73697 | -4,32193 | -3,32193 |
| | -3,32193 | -2,73697 | -1,32193 |

| | | | |
|-------|----------|----------|----------|
| | 0 | 0 | -0,2161 |
| p*log | -0,41054 | -0,2161 | -0,33219 |
| | -0,33219 | -0,41054 | -0,52877 |

H(A,B) 2,4465

$$H(A, B) = 2,4465 \text{ біт/симв}$$

Перевірка

$$H(A, B) = H(A) + H(B/A)$$

$$H(A, B) = 1,1412 + 1,3053 = 2,4465 \text{ біт/симв}$$

$$H(B, A) = H(B) + H(A/B)$$

$$H(B, A) = 1,4388 + 1,0077 = 2,4465 \text{ біт/симв}$$

(6) Втрати інформації в каналі зв'язку

З боку джерела (відплив інформації)

$$\Delta I_A = k \cdot H(B/A)$$

$$\Delta I_A = 1998 \cdot 1,3053 = 2608 \text{ біт}$$

З боку приймача (стороння інформація)

$$\Delta I_B = k \cdot H(A/B)$$

$$\Delta I_B = 1998 \cdot 1,0077 = 2013 \text{ біт}$$

(7) Кількість взаємної інформації на k переданих символів

$$I(A, B) = k(H(B) - H(B/A)) = k \cdot H(B) - \Delta I_A$$

$$I(A, B) = 1998 \cdot 1,4388 - 2608 = 267 \text{ біт}$$

$$I(B, A) = k(H(A) - H(A/B)) = k \cdot H(A) - \Delta I_B$$

$$I(B, A) = 1998 \cdot 1,1412 - 2013 = 267 \text{ біт}$$

(8) Перевірка

$$I(B, A) = k(H(A) + H(B) - H(B, A))$$

$$I(B, A) = 1998 \cdot (1,1412 + 1,4388 - 2,4465) = 267 \text{ біт}$$

(9) Швидкість передачі інформації R (інформаційний потік)

$$R = \frac{I(A, B)}{\tau} = \frac{I(B, A)}{\tau}$$

$$R = \frac{267}{11 \cdot 10^{-3}} \approx 24 \text{ кбіт/с}$$

(10) Пропускна здатність каналу

$$C = k \cdot \max \left\{ \frac{I(A, B)}{\tau} \right\} = k \frac{\log_2 m}{\tau}$$

$m = 3$ - кількість переданих (прийнятих) символів

$$C = \frac{1998 \cdot \log_2(3)}{0,011} \approx 289 \text{ кбіт/с}$$

(11) Продуктивність джерела A

$$\bar{H} = \frac{k \cdot H(A)}{\tau}$$
$$\bar{H} = \frac{1998 \cdot 1,1412}{0,011} \approx 207 \text{ кбіт/с}$$

(12) Надмірність джерела D

$$D = 1 - \frac{H(A)}{H_{\max}(A)}$$
$$D = 1 - \frac{1,1412}{\log_2(3)} = 0,280 = 28,0\%$$

Висновки

У роботі були зроблені розрахунки параметрів системи передачі інформації, а саме джерела та приймача повідомлень, каналу зв'язку, дана оцінка продуктивності та надмірності джерела повідомлень.

Перевірка всіх розрахунків показала, що вони зроблені вірно.