

РОЗРАХУНКОВА РОБОТА 6

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

Мета роботи: навчитися розраховувати інформаційні характеристики системи передачі даних.

Вхідні дані

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

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

$j_3 = 10$ – порядковий номер завдання

(1) Безумовні ймовірності

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

(2) Ентропія джерела і приймача

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

p(ai)	log2(p(ai))	p*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
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

$$H(B/A) = 1,3053 \text{ бит/симв}$$

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

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

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

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

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

(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.