

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №5

РОЗРАХУНОК НАДІЙНОСТІ ПРОГРАМНИХ ЗАСОБІВ

Мета – розрахувати надійність ПЗ за моделями Міллса, Шумана, Коркоена.

ОСНОВНІ ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ

Статистична модель Міллса дозволяє оцінити кількість помилок до початку тестування, а також ступінь налагодження ПЗ. Для її застосування до початку тестування у ПЗ навмисно вносять помилки. Потім вважають, що виявлення навмисно внесених та так званих власних помилок ПЗ рівноймовірно.

Для оцінки кількості помилок у ПЗ до початку тестування використовують вираз:

$$N = \frac{S \cdot n}{v}, \quad (6.1)$$

де S – кількість навмисно внесених у ПЗ помилок до початку тестування;

n – кількість власних помилок ПЗ, виявлених під час тестування;

v – кількість навмисно внесених у ПЗ помилок, виявлених під час тестування.

Якщо продовжувати тестування, поки всі навмисно внесені помилки будуть виявлені, ступінь налагодження ПЗ можна оцінити:

$$C = \begin{cases} 1, n > k \\ \frac{S}{S + k + 1}, n \leq k \end{cases}, \quad (6.2)$$

де k – максимальна кількість власних помилок у ПЗ.

Формули 6.1 та 6.2 являють собою статистичну модель Міллса. Величина C є мірою довіри до моделі та показує вірогідність того, наскільки правильно знайдене значення N . Ці два співвідношення являють собою корисну модель помилок: перше передбачає можливу кількість початкових власних помилок у ПЗ, друге використовується для встановлення довірчого рівня прогнозу.

Якщо виявлено не всі навмисно внесені помилки, то формула 6.1 матиме вигляд:

$$C = \begin{cases} 1, n > k \\ \frac{C_S^{v-1}}{C_{S+k+1}^{k+v}}, n \leq k \end{cases} \quad (6.3)$$

де чисельник та знаменник формули при $n \leq k$ – біноміальні коефіцієнти, які розраховують в аналітичній формі як:

$$A_c^b = \frac{c!}{b!(c-b)!}, \quad (6.4)$$

Використання **евристичної моделі** (простої інтуїтивної моделі) передбачає проведення тестування двома групами фахівців незалежно одна від одної, які використовують незалежні тестові набори. Якщо у програмі є N помилок до початку тестування, то:

$$N = \frac{n_1 \cdot n_2}{n_{12}}, \quad (6.5)$$

де n_1, n_2 – кількість помилок, які виявили перша та друга група тестувальників відповідно;

n_{12} – кількість виявлених двома групами тестувальників спільних помилок.

Ефективність тестування кожної з груп та вірогідність виявлення ними помилки:

$$p_1 = E_1 = \frac{n_1}{N}, \quad (6.6)$$

$$p_2 = E_2 = \frac{n_2}{N}. \quad (6.7)$$

Тоді вірогідність p_{12} того, що помилка буде виявлена обома групами тестувальників:

$$p_{12} = \frac{n_{12}}{N}, \quad (6.8)$$

З іншого боку, так як групи діють окремо одна від одної, то $p_{12} = p_1 \cdot p_2$. Тоді:

$$\frac{n_{12}}{N} = \frac{n_1}{N} \cdot \frac{n_2}{N}. \quad (6.9)$$

Для застосування моделі Коркоєна необхідно знати таке:

- модель містить змінну вірогідність відмов для різних джерел помилок та різну вірогідність їх виправлення;
- у моделі використовують параметри: результат тільки N випробувань, у яких виявлено N_i помилок i -го типу;
- виявлення у ході N випробувань помилки i -го типу відбувається з вірогідністю a_i .

Показник рівня надійності R розраховують за формулою:

$$R = \frac{N_0}{N} + \sum_{i=1}^k \frac{Y_i(N_i - 1)}{N}, \quad (6.10)$$

де N_0 – число безвідмовних (або безуспішних) випробувань, виконаних у серії з N випробувань;

k – відоме число типів помилок;

Y_i – вірогідність появи помилок, $Y_i = a_i$ при $N > 0$, $Y_i = 0$ при $N = 0$.

Модель Шумана засновано на наступних припущеннях:

- загальне число команд у ПЗ на машинній мові постійно;
- на початку компонувань випробувань число помилок дорівнює деякій постійній величині, у міру виправлення помилок їх стає менше;
- під час випробувань нові помилки не вносять;
- початково помилки помітні, за сумарним числом виправлених помилок можна судити про останні;

– інтенсивність відмов ПЗ пропорційна числу залишкових помилок.

Передбачається, що до початку тестування (у момент часу $\tau=0$) є M помилок. протягом часу тестування τ виявлено $\varepsilon_1(\tau)$ помилок у розрахунку на одну команду у машинній мові. Тоді питоме число помилок на одну машинну команду, що залишилися у системі після часу тестування τ , дорівнює:

$$\varepsilon_2(\tau) = \frac{M}{I} - \varepsilon_1(\tau), \quad (6.11)$$

$$\varepsilon_1(\tau) = \frac{x}{I}, \quad (6.12)$$

де I – загальне число машинних команд, яке є постійним у рамках етапу тестування;

x – кількість виявлених помилок за час тестування τ .

Припускається, що значення функції кількості помилок $Z(t)$ пропорційне числу помилок, що залишилися у ПЗ після часу тестування τ :

$$Z(t) = C \cdot \varepsilon_2(\tau), \quad (6.13)$$

де C – деяка постійна;

t – час роботи ПЗ без відмов.

Тоді, якщо час роботи ПЗ без відмов t відраховується від точки $t=0$, а τ залишається фіксованим, то функція надійності, або вірогідність безвідмовної роботи на інтервалі від 0 до t , дорівнює:

$$P(t, \tau) = \exp(-C \cdot \varepsilon_2(\tau) \cdot t), \quad (6.14)$$

$$t = \frac{1}{Z(t)}, \quad (6.15)$$

ЗАВДАННЯ

Вирішити задачі з визначення надійності ПЗ. Вихідні дані взяти з табл. 6.1-6.4.

Таблиця 6.1 – Дані для розрахунку надійності ПЗ за моделлю Міллса

Вар.	Помилки до тестування		Помилки під час тестування					
	власні	внесені	власні	внесені	власні	внесені	власні	внесені
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	6	6	4	3	3	5	5	6
2	5	15	3	12	2	14	4	15
3	7	10	5	7	4	9	6	10
4	1	15	1	12	1	14	1	15
5	10	6	8	3	7	5	9	6
6	7	9	5	6	4	8	6	9
7	8	8	6	5	5	7	7	8
8	2	12	0	9	1	11	1	12
9	2	6	0	3	1	5	1	6
10	7	12	5	9	4	11	6	12
11	7	14	5	11	4	13	6	14
12	6	12	4	9	3	11	5	12
13	8	12	6	9	5	11	7	12
14	8	14	6	11	5	13	7	14
15	4	15	2	12	1	14	3	15
16	10	7	8	4	7	6	9	7
17	10	11	8	8	7	10	9	11
18	4	13	2	10	1	12	3	13
19	7	10	5	7	4	9	6	10
20	9	8	7	5	6	7	8	8
21	6	12	4	9	3	11	5	12
22	7	6	5	3	4	5	6	6
23	5	14	3	11	2	13	4	14
24	4	14	2	11	1	13	2	14
25	4	15	2	12	1	14	1	15

Таблиця 6.2 – Дані для розрахунку надійності ПЗ за евристичною моделлю

Вар.	Виявлені помилки			Виявлені помилки		
	1 група	2 група	спільні	1 група	2 група	спільні
1	2	3	4	5	6	7
1	7	15	1	6	13	4
2	9	14	4	7	11	5
3	6	12	1	7	14	1
4	7	10	5	10	11	5
5	6	14	2	9	12	5
6	5	13	2	5	13	5
7	6	15	1	10	11	4
8	7	13	4	6	12	5
9	5	12	5	9	15	5
10	7	13	3	6	13	1
11	10	10	2	5	14	5
12	7	10	2	9	10	3
13	10	13	3	8	13	5
14	5	11	2	7	10	1
15	7	14	5	8	11	4
16	9	12	1	10	10	2
17	6	13	1	6	12	5
18	9	13	5	9	12	2
19	5	10	3	5	10	4
20	7	13	5	7	13	5
21	8	12	4	5	10	5
22	6	13	2	8	12	5
23	7	13	5	6	11	1
24	7	10	4	9	11	2
25	5	11	2	8	12	4

Таблиця 6.3 – Дані для розрахунку надійності ПЗ за моделлю Коркоєна

Тип помилки	Вар. 1 $N=106$ $N_0=15$		Вар. 2 $N=95$ $N_0=16$		Вар. 3 $N=94$ $N_0=17$		Вар. 4 $N=101$ $N_0=20$		Вар. 5 $N=102$ $N_0=18$	
	a_i	N_i	a_i	N_i	a_i	N_i	a_i	N_i	a_i	N_i
Обчислення	0,09	16	0,14	7	0,18	3	0,2	17	0,04	8
Логічні	0,06	15	0,03	1	0,14	6	0,12	11	0,11	14
Ввід/вивід	0,17	0	0,13	7	0,05	5	0,15	9	0,04	21
Маніпулюван- ня даними	0,19	23	0,12	24	0,11	13	0,07	11	0,11	22
Сполучення	0,12	19	0,01	24	0,08	12	0,06	12	0,09	0
Визначення даних	0,07	3	0,13	9	0,19	0	0,04	18	0,2	0
У базі даних	0,03	1	0,14	1	0,16	6	0,2	1	0,02	10
Тип помилки	Вар. 6 $N=98$ $N_0=20$		Вар. 7 $N=104$ $N_0=19$		Вар. 8 $N=109$ $N_0=10$		Вар. 9 $N=100$ $N_0=18$		Вар. 10 $N=109$ $N_0=16$	
	a_i	N_i	a_i	N_i	a_i	N_i	a_i	N_i	a_i	N_i
Обчислення	0,12	2	0,02	17	0,01	18	0,19	23	0,06	7
Логічні	0,09	12	0,04	22	0,19	8	0,09	21	0,17	7
Ввід/вивід	0,1	24	0,01	11	0,04	22	0,02	13	0,13	1
Маніпулюван- ня даними	0,17	3	0,02	2	0,17	24	0,01	11	0,19	0
Сполучення	0,06	9	0,18	13	0,04	10	0,11	12	0,15	5
Визначення даних	0,12	2	0,06	13	0,01	25	0,13	5	0,08	22
У базі даних	0,07	19	0,05	20	0,2	12	0,08	0	0,14	8
Тип помилки	Вар. 11 $N=100$ $N_0=13$		Вар. 12 $N=92$ $N_0=15$		Вар. 13 $N=110$ $N_0=12$		Вар. 14 $N=93$ $N_0=11$		Вар. 15 $N=107$ $N_0=13$	
	a_i	N_i	a_i	N_i	a_i	N_i	a_i	N_i	a_i	N_i
Обчислення	0,06	0	0,04	5	0,08	12	0,11	6	0,02	8
Логічні	0,17	16	0,19	21	0,19	0	0,02	17	0,16	8
Ввід/вивід	0,02	14	0,15	17	0,16	6	0,14	15	0,06	23
Маніпулюван- ня даними	0,11	21	0,1	13	0,05	0	0,06	1	0,11	6
Сполучення	0,16	13	0,15	0	0,06	10	0,07	0	0,2	15
Визначення даних	0,1	9	0,03	6	0,04	0	0,13	24	0,05	22
У базі даних	0,12	8	0,08	1	0,12	22	0,19	20	0,02	8

Закінчення таблиці 6.3

Тип помилки	Вар. 16 $N = 103$ $N_0 = 18$		Вар. 17 $N = 91$ $N_0 = 11$		Вар. 18 $N = 107$ $N_0 = 20$		Вар. 19 $N = 103$ $N_0 = 18$		Вар. 20 $N = 101$ $N_0 = 15$	
Обчислення	0,07	5	0,07	1	0,03	19	0,07	15	0,12	16
Логічні	0,09	24	0,11	10	0,01	5	0,14	1	0,18	4
Ввід/вивід	0,17	11	0,2	19	0,15	7	0,18	22	0,09	20
Маніпулюван- ня даними	0,16	3	0,11	10	0,11	1	0,04	15	0,09	17
Сполучення	0,14	3	0,08	11	0,16	16	0,01	17	0,06	2
Визначення даних	0,11	21	0,08	9	0,1	2	0,12	1	0,1	3
У базі даних	0,12	17	0,07	22	0,1	2	0,07	13	0,12	0
Тип помилки	Вар. 21 $N = 108$ $N_0 = 19$		Вар. 22 $N = 95$ $N_0 = 12$		Вар. 23 $N = 99$ $N_0 = 11$		Вар. 24 $N = 110$ $N_0 = 10$		Вар. 25 $N = 98$ $N_0 = 12$	
Обчислення	0,06	12	0,02	17	0,13	22	0,03	5	0,03	13
Логічні	0,01	22	0,16	8	0,17	17	0,07	14	0,2	6
Ввід/вивід	0,05	15	0,16	17	0,14	3	0,15	22	0,09	22
Маніпулюван- ня даними	0,16	25	0,05	5	0,19	4	0,16	8	0,14	10
Сполучення	0,15	11	0,03	0	0,03	0	0,13	16	0,17	1
Визначення даних	0,06	20	0,14	9	0,06	19	0,12	20	0,08	14
У базі даних	0,16	20	0,13	4	0,19	3	0,13	2	0,12	9

Таблиця 6.4 – Дані для розрахунку надійності ПЗ за моделлю Шумана

Вар.	I	M	t	x	C	I	M	t	x	C
1	1532	18	27	1	0,30	1730	14	22	3	0,70
2	1783	30	22	9	0,70	1517	23	14	4	1,00
3	1633	12	17	10	0,70	1914	20	10	8	0,30
4	1784	10	16	5	0,50	1791	26	22	9	0,90
5	1854	13	24	10	0,60	1731	28	22	3	0,70
6	1839	23	25	5	1,00	1734	27	17	8	0,50
7	1905	13	13	6	0,20	1800	15	18	5	0,20
8	1873	17	22	3	0,20	1974	30	27	7	0,70
9	1527	18	27	4	0,80	1673	23	12	4	0,70
10	1532	18	27	1	0,30	1730	14	22	3	0,70
11	1840	14	28	10	0,80	1974	24	16	1	0,70
12	1565	30	27	7	0,50	1618	27	12	5	0,80
13	1726	15	10	5	0,60	1718	13	16	9	0,10
14	1721	23	13	3	0,50	1743	20	14	7	0,40
15	1898	25	16	8	0,40	1715	19	19	7	0,50
16	1973	11	14	10	0,20	1774	30	14	5	0,70
17	1982	22	30	4	1,00	1874	16	25	6	1,00
18	1853	27	13	6	0,10	1955	15	15	7	0,50
19	1573	16	15	8	1,00	1746	21	12	4	0,20
20	1840	14	28	10	0,80	1974	24	16	1	0,70
21	1536	26	22	8	0,80	1829	14	11	3	0,10
22	1551	27	24	6	0,20	1634	15	26	6	0,90
23	1935	12	12	10	0,70	1533	21	13	6	0,30
24	1744	15	20	7	0,50	1798	10	11	5	0,20
25	1578	25	21	8	0,80	1829	14	11	3	0,10