

SPRAWOZDANIE

ALGORYTMY ZASTĘPOWANIA STRON

Marta Bołd

Wprowadzenie

Niniejsze sprawozdanie przedstawia drugą część projektu, jaką są algorytmy zastępowania stron. W tym projekcie przeanalizowane zostały dwa wybrane przeze mnie algorytmy:

- FIFO (First In, First Out)
- LRU (Least Recently Used)

Celem projektu było zaznajomienie się z zasadami działania tych algorytmów oraz implementacja kodu obrazującego sposób zastępowania stron dla każdego z nich, jak również porównanie ich działania.

Pamięć wirtualna to najprościej mówiąc oddzielona pamięć fizyczna od logicznej. Dzięki pamięci wirtualnej użytkownik ma możliwość użytkowania większymi zasobami pamięci niż pamięć RAM. Gdy wykonywane są procesy, tylko część pamięci procesu, która jest przez niego aktualnie używana, znajduje się w pamięci operacyjnej komputera.

W celu uniknięcia niepożądanego przydziału pamięci, stosowane są algorytmy optymalizacji jej wykorzystania. Polegają one na podejmowaniu decyzji, która strona powinna dostać zastąpiona, kiedy procesor żąda przybycia nowej.

W sprawozdaniu będą używane takie terminy jak **ramki** („komórki” symbolizujące rozmiar pamięci) oraz **strony** (każdy proces o jakimś indeksie czy wartości, który będzie znajdować się w pamięci).

Algorytm FIFO

FIFO (First In, First Out) jest prostym algorytmem zastępowania stron. Zasada jego działania jest podobna do kolejki w sklepie. Oznacza to, że proces, który pojawił się w kolejce jako pierwszy, będzie także przetwarzany jako pierwszy. Dla procesów oznacza to również, że pierwszy obsłużony będzie jako pierwszy opuszczać kolejkę.

Oto przykład działania algorytmu FIFO dla:

- rozmiaru ramki równego 3,
- liczby stron równej 15
- łańcuch referencyjny: 4 8 1 3 8 6 8 9 3 6 8 6 1 3 8

4	4	4	3	3	3	3	9	9	9	8	8	8	8	8
	8	8	8	8	6	6	6	3	3	3	3	1	1	1
		1	1	1	1	8	8	8	6	6	6	6	3	3
F	F	F	F	H	F	F	F	F	F	F	H	F	F	H

F symbolizuje '*page fault*', czyli błędy braku strony. Jest to sytuacja, w której program wysłał żądanie do strony, która nie pojawiła się w ramach pamięci.

H symbolizuje '*page hit*', czyli trafienia - sytuacja, w której program wysłał żądanie do strony, która jest już umieszczona w ramach pamięci.

Na podstawie powyższego przykładu możemy wysunąć następujące wyniki:

$$F = 12$$

$$H = 3$$

$$HR = 3/15 = 1/5$$

$$FR = 12/15 = 4/5,$$

gdzie:

HR ('hit rate') – stosunek trafień stron do całkowitej ilości stron.

FR ('fault rate') – stosunek błędów braku strony do całkowitej ilości stron.

Algorytm LRU

Algorytm LRU to kolejny analizowany przeze mnie algorytm. Polega na tym, że strona, która była najdawniej używana, jest w pierwszej kolejności zastępowana nową.

Oto przykład działania algorytmu LRU dla:

- rozmiaru ramki równego 3,
- liczby stron równej 15
- łańcuch referencyjny: 4 8 1 3 8 6 8 9 3 6 8 6 1 3 8

4	4	4	3	3	3	3	9	9	9	8	8	8	3	3
	8	8	8	8	8	8	8	8	6	6	6	6	6	8
		1	1	1	6	6	6	3	3	3	3	1	1	1
F	F	F	F	H	F	H	F	F	F	F	H	F	F	F

Na podstawie powyższego przykładu możemy wysunąć następujące wyniki:

$$F = 12$$

$$H = 3$$

$$HR = 3/15 = 1/5$$

$$FR = 12/15 = 4/5,$$

Opis procedury przeprowadzania symulacji

Do napisania przeze mnie kodu wykorzystałam język Python. Programy są podzielone na dwa pliki: FIFO.py oraz LRU.py. Kod został przeze mnie zakomentowany i wyjaśniony.

Do generowania danych użyłam biblioteki 'random', która pozwala na wygenerowanie losowych wartości poszczególnych stron. Dodatkowo użyte zostało ziarno losowości zapewniające fakt, iż przy każdym ponownym uruchomieniu programu otrzymamy te same losowe wartości. Wyżej opisane czynności spełnia napisana przeze mnie funkcja 'randomise()'. Każdy algorytm został przeanalizowany z tym samym zestawem danych.

Dane oraz wyniki obliczeń zapisywane są kolejno w plikach: FIFO_data.txt i LRU_data.txt. Zrobiłam kopie tych plików (FIFO_data_copy.txt oraz LRU_data_copy.txt) jako zapisanie faktycznych danych, których używałam. W przypadku uruchomienia programu w celu przetestowania jego działania dane będą dopisane na końcu plików '_data.txt'.

Do przeprowadzenia analizy danych i wyników symulacji założyłam, aby za każdym razem wylosowało się sto stron. Ramki ustawiłam na stałą ilość 19. prób, a konkretne rozmiary ramek to: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90 i 100.

Badanie podzieliłam na trzy przypadki:

1. ziarno losowości = 30

wartości stron zawierały się w przedziale od 0 do 100

FIFO					
Nr próby	Ilość ramek	Trafienia stron	Błędy braku strony	Prawdopodobieństwo trafienia	Prawdopodobieństwo błędu braku strony
1	1	2	98	0,02	0,98
2	2	4	96	0,04	0,96
3	3	5	95	0,05	0,95
4	4	6	94	0,06	0,94
5	5	10	90	0,1	0,9
6	6	10	90	0,1	0,9
7	7	10	90	0,1	0,9
8	8	10	90	0,1	0,9
9	9	10	90	0,1	0,9
10	10	11	89	0,11	0,89
11	20	17	83	0,17	0,83
12	30	24	76	0,24	0,76
13	40	30	70	0,3	0,7
14	50	31	69	0,31	0,69
15	60	32	68	0,32	0,68
16	70	32	68	0,32	0,68
17	80	32	68	0,32	0,68
18	90	32	68	0,32	0,68
19	100	32	68	0,32	0,68

LRU					
Nr próby	Ilość ramek	Trafienia stron	Błędy braku strony	Prawdopodobieństwo trafienia	Prawdopodobieństwo błędu braku strony
1	1	2	98	0,02	0,98
2	2	4	96	0,04	0,96
3	3	5	95	0,05	0,95
4	4	6	94	0,06	0,94
5	5	8	92	0,08	0,92
6	6	10	90	0,1	0,9
7	7	10	90	0,1	0,9
8	8	10	90	0,1	0,9
9	9	10	90	0,1	0,9
10	10	11	89	0,11	0,89
11	20	18	82	0,18	0,82
12	30	22	78	0,22	0,78
13	40	29	71	0,29	0,71
14	50	32	68	0,32	0,68
15	60	32	68	0,32	0,68
16	70	32	68	0,32	0,68
17	80	32	68	0,32	0,68
18	90	32	68	0,32	0,68
19	100	32	68	0,32	0,68

2. ziarno losowości = 20

wartości stron zawierały się w przedziale od 0 do 50

FIFO					
Nr próby	Ilość ramek	Trafienia stron	Błędy braku strony	Prawdopodobieństwo trafienia	Prawdopodobieństwo błędu braku strony
1	1	5	95	0,05	0,95
2	2	5	95	0,05	0,95
3	3	6	94	0,06	0,94
4	4	7	93	0,07	0,93
5	5	11	89	0,11	0,89
6	6	12	88	0,12	0,88
7	7	15	85	0,15	0,85
8	8	17	83	0,17	0,83
9	9	18	82	0,18	0,82
10	10	19	81	0,19	0,81
11	20	37	63	0,37	0,63
12	30	48	52	0,48	0,52
13	40	55	45	0,55	0,45
14	50	56	44	0,56	0,44
15	60	56	44	0,56	0,44
16	70	56	44	0,56	0,44
17	80	56	44	0,56	0,44
18	90	56	44	0,56	0,44
19	100	56	44	0,56	0,44

LRU					
Nr próby	Ilość ramek	Trafienia stron	Błędy braku strony	Prawdopodobieństwo trafienia	Prawdopodobieństwo błędu braku strony
1	1	5	95	0,05	0,95
2	2	5	95	0,05	0,95
3	3	6	94	0,06	0,94
4	4	7	93	0,07	0,93
5	5	11	89	0,11	0,89
6	6	12	88	0,12	0,88
7	7	15	85	0,15	0,85
8	8	19	81	0,19	0,81
9	9	20	80	0,2	0,8
10	10	22	78	0,22	0,78
11	20	35	65	0,35	0,65
12	30	45	55	0,45	0,55
13	40	54	46	0,54	0,46
14	50	56	44	0,56	0,44
15	60	56	44	0,56	0,44
16	70	56	44	0,56	0,44
17	80	56	44	0,56	0,44
18	90	56	44	0,56	0,44
19	100	56	44	0,56	0,44

3. ziarno losowości = 10

wartości stron zawierały się w przedziale od 0 do 10

FIFO					
Nr próby	Ilość ramek	Trafienia stron	Błędy braku strony	Prawdopodobieństwo trafienia	Prawdopodobieństwo błędu braku strony
1	1	5	95	0,05	0,95
2	2	15	85	0,15	0,85
3	3	19	81	0,19	0,81
4	4	31	69	0,31	0,69
5	5	36	64	0,36	0,64
6	6	41	59	0,41	0,59
7	7	50	50	0,5	0,5
8	8	66	34	0,66	0,34
9	9	67	33	0,67	0,33
10	10	80	20	0,8	0,2
11	20	89	11	0,89	0,11
12	30	89	11	0,89	0,11
13	40	89	11	0,89	0,11
14	50	89	11	0,89	0,11
15	60	89	11	0,89	0,11
16	70	89	11	0,89	0,11
17	80	89	11	0,89	0,11
18	90	89	11	0,89	0,11
19	100	89	11	0,89	0,11

LRU					
Nr próby	Ilość ramek	Trafienia stron	Błędy braku strony	Prawdopodobieństwo trafienia	Prawdopodobieństwo błędu braku strony
1	1	5	95	0,05	0,95
2	2	15	85	0,15	0,85
3	3	19	81	0,19	0,81
4	4	30	70	0,3	0,7
5	5	37	63	0,37	0,63
6	6	44	56	0,44	0,56
7	7	49	51	0,49	0,51
8	8	53	47	0,53	0,47
9	9	64	36	0,64	0,36
10	10	77	23	0,77	0,23
11	20	89	11	0,89	0,11
12	30	89	11	0,89	0,11
13	40	89	11	0,89	0,11
14	50	89	11	0,89	0,11
15	60	89	11	0,89	0,11
16	70	89	11	0,89	0,11
17	80	89	11	0,89	0,11
18	90	89	11	0,89	0,11
19	100	89	11	0,89	0,11

Wnioski

- W pierwszym przypadku różnice w trafieniach i błędach braku strony występują w próbach nr 5., 11., 12., 13. i 14.
- W drugim przypadku różnice w trafieniach i błędach braku strony występują w próbach nr 8., 9., 10., 11., 12. i 13.
- W trzecim przypadku różnice w trafieniach i błędach braku strony występują w próbach nr 4., 5., 6., 7., 8., 9. i 10.
- Odmienne wartości występują w każdym przypadku na 6. próbach na 19. W każdej z tych prób wyniki różnią się od siebie zazwyczaj o jeden lub dwa, choć możemy zaobserwować przypadek, w którym ilość trafień różni się o 13 (8. próba, trzeci przypadek) na korzyść algorytmu FIFO.
- W każdym z przypadków następuje moment, w którym trafienia i błędy braku strony pozostają niezmiennie. Możemy to zaobserwować kolejno: w pierwszym przypadku w próbie nr 15. przy ilości ramek równej 60; w drugim przypadku w próbie nr 14. przy ilości ramek równej 50; w trzecim przypadku w próbie nr 11. przy ilości ramek równej 20.
- Uzyskane powyższych wyników jest rezultatem tego, że z każdą próbą zmniejszany był zakres wartości stron. Oznacza to, że prawdopodobieństwo wystąpienia stron o tej samej wartości zwiększało się. Równocześnie oznacza to, że z każdym kolejnym przypadkiem ramki wypełniały się szybciej, aż wystąpił moment, w którym powiększanie ich ilości nie dawało nowych, innych rezultatów.
- Na podstawie przeprowadzonej przeze mnie analizy możemy dojść do wniosku, że działanie algorytmów FIFO i LRU jest do siebie zbliżone. Uzyskane wyniki różnią się tylko w niewielu próbach.

Spis treści

Wprowadzenie.....	2
Algorytm FIFO	2
Algorytm LRU	3
Opis procedury przeprowadzania symulacji.....	4
Wnioski.....	8