Systemy Operacyjne (wtorek 15.15)

Zadanie 3 - Badanie algorytmów zastępowania stron

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Imię, nazwisko, nr. albumu | Kryterium | Ramki | FIFO (PNL) | FIFO (PNG) | OPT (PNL) | OPT (PNG) | LRU (PNL) | LRU (PNG) | LRUA (PNL) | LRUA (PNG) | RAND (PNL) | RAND (PNG) | LFU (PNL) | LFU (PNG) | MFU (PNL) | MFU (PNG) |
| Jakub  Majchrzak  237978 | liczba błędów strony | 3 | 19 | 1000 | 19 | 892 | 19 | 1000 | 19 | 964 | 19 | 1000 | 19 | 896 | 19 | 910 |
| 5 | 19 | 1000 | 19 | 784 | 19 | 1000 | 19 | 850 | 19 | 956 | 19 | 788 | 19 | 836 |
| 10 | 19 | 1000 | 19 | 514 | 19 | 1000 | 19 | 582 | 19 | 760 | 19 | 522 | 19 | 668 |

Wnioski:

W przypadku najlepszym, niezależnie od ilości ramek, wszystkie algorytmy dają takie same rezultaty, jeśli chodzi o liczbę błędów stron.

Jest to spowodowane tym, że dane numery odwołań nie powtarzają się w przyszłości, przez co błędy generowane są tylko przy przechodzeniu do kolejnego numeru.

W tym przypadku każdy algorytm daje wyniki takie same jak algorytm optymalny.

Obserwując przypadek najgorszy, widzimy że najsłabiej wypadają algorytmy FIFO oraz LRU.

W ich przypadku, nigdy nie następuje sytuacja, w której numer któregoś z odwołań znajdowałby się już w którejkolwiek ramce, wobec czego każde zgłoszenie generuje błąd.

Lepiej wypada algorytm LRU Aproksymowany, czyli Algorytm Drugiej Szansy. W lepszym świetle stawia go również fakt, że jest on wrażliwy na zmiany liczby ramek.

Symulacja tego algorytmu pokazała, że jest on odporny na zjawisko Anomalii Belady’ego - im większej ilości ramek używamy, tym mniej błędów stron jest generowanych.

Z dwóch algorytmów zliczających, lepsze rezultaty dał algorytm LFU. W tym przypadku sprawdził się on zaskakująco dobrze, ponieważ, ze wszystkich testowanych algorytmów daje

on wyniki najbliższe wynikom algorytmu optymalnego. Algorytm RAND dał stosunkowo słabe rezultaty, lecz wykazał odporność na Anomalię Belady’ego.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Bartosz Bujak  238470 | liczba błędów strony | 3 | 19 | 1000 | 19 | 890 | 19 | 1000 | 19 | 948 | 19 | 1000 | 19 | 896 | 19 | 906 |
| 5 | 19 | 1000 | 19 | 780 | 19 | 1000 | 19 | 844 | 19 | 984 | 19 | 792 | 19 | 828 |
| 10 | 19 | 1000 | 19 | 505 | 19 | 1000 | 19 | 584 | 19 | 770 | 19 | 532 | 19 | 650 |

Wnioski:

W przypadku najlepszym wszystkie algorytmy działają identycznie. Wynika to ze specyfiki tego ciągu: odwołania do konkretnych stron nie powtarzają się chyba że następują bezpośrednio po sobie.

Na podstawie symulacji dla przypadku najgorszego możemy zaobserwować bardziej znaczące różnice między konkretnymi algorytmami. W tym przypadku najgorzej wypadają algorytmu FIFO i LRU, ich zasada działania jest zbliżona a dla zadanego przypadku testowego identyczna. Algorytmu RAND nie da się porównać w żaden sposób, gdyż jest losowy, choć mimo wszystko widać że dla pesymistycznych testów wypada lepiej od najprostszego FIFO. W symulacji przetestowane zostały także dwa algorytmy zliczające LFU i MFU, dla zadanego przypadku LFU wypada bardzo dobrze, zbliżenie nawet do OPT, jednak w tych algorytmach bardzo dużo zależeć będzie od kolejki zgłoszeń. Dobrze wypada również algorytm LFU-A, czyli algorytm aproksymowany drugiej szansy, na jego korzyść przemawia także właściwość, że przechowuje on tylko jeden bit na podstawie którego określa kandydatów do wymiany. Inne algorytmy muszą zapisywać czas lub zliczać odwołania co kosztuje więcej pamięci. Wszystkie te algorytmy porównujemy do algorytmu OPT, który daje najlepszy możliwy wynik, ale jest niemożliwy do zastosowania w systemach gdzie kolejka zgłoszeń się nie powtarza, wymagałoby to przewidzenia przyszłości.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Bartłomiej  Olejniczak  238338 | liczba błędów strony | 3 | 19 | 1000 | 19 | 892 | 19 | 1000 | 19 | 1000 | 19 | 999 | 19 | 896 | 19 | 896 |
| 5 | 19 | 1000 | 19 | 784 | 19 | 1000 | 19 | 956 | 19 | 978 | 19 | 792 | 19 | 792 |
| 10 | 19 | 1000 | 19 | 514 | 19 | 1000 | 19 | 682 | 19 | 784 | 19 | 532 | 19 | 532 |

Wnioski: Dla najlepszej wersji danych, nie ma znaczenia którego algorytmu czy ilości ramek użyjemy, ponieważ liczba błędów strony zawsze będzie wynosiła tyle samo. Natomiast dla najgorszego przypadku danych, najlepiej wypada algorytm optymalny jednakże nie jest on możliwy do wykonania gdyż nie umiemy patrzeć w przyszłość. Dobrym zastępstwem dla niego są algorytmy które zliczające, gdyż pokazują najbardziej zbliżony wynik do optymalnego. Dla tych podanych danych LFU i MFU padały akurat te same wyniki, gdyż wartości podawane były zawsze od 1 do 19 i potem z powrotem od 1 do 19, przez co najmniejsza i najwieksza ilosc wystapien jest taka sama i zawsze podmienia pierwsza cyfre wiec ktory algorytm jest lepszy LFU i MFU zalezy od danych. Widac tez wyraznie ze lepszy jest algorytm LRU-A(drugiej szanysy) niz zwykly LRU ktory dla najgorszego przypadku wypada tak samo slabo jak FIFO. Warto tez zauwazyc ze dla wiekszosci tych algorytmow czym wiecej zrobimy ramek tym lepiej.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Piotr  Grobelny  238076 | liczba błędów strony | 3 | 19 | 1000 | 19 | 892 | 19 | 1000 | 19 | 953 | 19 | 1000 | 19 | 896 | 19 | 904 |
| 5 | 19 | 1000 | 19 | 784 | 19 | 1000 | 19 | 829 | 19 | 992 | 19 | 790 | 19 | 812 |
| 10 | 19 | 1000 | 19 | 514 | 19 | 1000 | 19 | 566 | 19 | 789 | 19 | 526 | 19 | 553 |

Wnioski: Po przeprowadzeniu symulacji od razu można zauważyć, że w przypadku najlepszym ilość ramek oraz badany algorytm nie ma znaczenia na ilość błędów stron. Można to było w łatwy sposób przewidzieć bez symulacji znając liczbę odwołań, ponieważ braki stron będą występować tylko przy kolejnych odwołaniach bo wcześniejsze nie będą się powtarzać w przyszłości. Niektóre wyniki, mimo różnych algorytmów w przypadkach najgorszych są identyczne albo chociaż zbliżone, co sprawia, że nie jesteśmy w stanie porównać tych algorytmów, ponieważ w przypadku zrównoważonych odwołań(przypadek, który ani nie jest najgorszy, ani najlepszy) te algorytmy mogą się zachować zupełnie inaczej.Przykładem takiej pary algorytmów jest para FIFO i LRU. Analizując przypadek najgorszy widać, że wyniki algorytmy MFU i LFU są najbardziej zbliżone do wyników algorytmu optymalnego, co sprawia, że te algorytmy mogą się wydawać za najlepsze do implementacji, ale w rzeczywistości, gdzie rzadko rozpatrywane są skrajne przypadki daleko im do algorytmu optymalnego (który jest wyznacznikiem, do którego inne algorytmy powinny dążyć),a kłopotliwa implementacja nie wpływa dobrze na popularność tych algorytmów. Implementacja algorytmu losowego, podobnie jak optymalnego jest niemożliwa do zrealizowania w praktyce, ponieważ w rzeczywistości nie da się algorytmicznie wywołać liczb losowych, a w tym przypadku odwołań. Na dodatek wyniki tego algorytmu nie są zadowalające, a jedyną zaletą tego algorytmu jest odporność na anomalię Beladiego. Na koniec można zauważyć, że algorytm LRUA daje lepsze wyniki niż LRU (dla PNG)

oraz jest również odporny na anomalię związaną ze zwiększaniem ilości ramek i jest zadowalająco zbliżony do algorytmu optymalnego.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Mateusz Zimoch  222316 | liczba błędów strony | 3 | 19 | 1000 | 19 | 893 | 19 | 1000 | 19 | 950 | 19 | 1000 | 19 | 896 | 19 | 908 |
| 5 | 19 | 1000 | 19 | 785 | 19 | 1000 | 19 | 839 | 19 | 986 | 19 | 788 | 19 | 832 |
| 10 | 19 | 1000 | 19 | 509 | 19 | 1000 | 19 | 586 | 19 | 775 | 19 | 530 | 19 | 668 |

Wnioski: Wyraźnie widzimy, że wielkość ramek ani wybrany algorytm w żaden sposób nie wpływa na liczbę błędów strony w przypadku najlepszym (PNL). Wtedy liczba błędów zawsze jest taka sama. Wynika to z faktu, iż w tym wypadku błędy pojawiają się tylko przy przechodzeniu do kolejnego numeru (brak powtarzania numerów odwołań). Na tej podstawie nie możemy zadecydować, który algorytm jest najlepszy. Natomiast w przypadku najgorszym (PNG) poszczególne algorytmy różnią się nieznacznie ilością błędów. Najgorzej wypadają algorytmy FIFO i LRU, gdyż każde zgłoszenie wywołuje tam błąd (nigdy nie następuje sytuacja, w której numer któregoś z odwołań znajdowałby się już w którejkolwiek ramce). Natomiast algorytm LRU jest przynajmniej odporny na zjawisko anomalii Belady’ego:większa liczba ramek zmniejsza ilość błędów. Algorytm LFU jest najlepszym algorytmem zliczającym (daje rezultaty zbliżone do algorytmu optymalnego).

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Jarosław Skowron 238434 | liczba błędów strony | 3 | 19 | 1000 | 19 | 892 | 19 | 1000 | 19 | 896 | 19 | 999 | 19 | 899 | 19 | 896 |
| 5 | 19 | 1000 | 19 | 784 | 19 | 1000 | 19 | 792 | 19 | 983 | 19 | 802 | 19 | 792 |
| 10 | 19 | 1000 | 19 | 514 | 19 | 1000 | 19 | 532 | 19 | 797 | 19 | 755 | 19 | 532 |

Wnioski: W najlepszym przypadku ciąg odwołań do stron będzie taki, że żądane strony będą już znajdowały się w pamięci RAM, dzięki czemu nie nastąpi błąd strony. Ilość błędów strony w tym przypadku będzie więc wynosiła tyle ile jest stron, do których następuje odwołanie, czyli w tym przypadku 19, bo odwołania następują do stron o numerach od 1 do 19. Dlatego też wynik będzie taki sam dla różnych ilości ramek. Co do najgorszego możliwego przypadku (PNG), a więc takiego, w którym odwołania do tej samej strony będą powtarzały się jak najrzadziej, najgorzej sprawdzą się algorytmy FIFO oraz LRU, dla których ilość błędów stron będzie równa ilości odwołań, dlatego że żądanej strony nigdy nie będzie w pamięci RAM, ponieważ zostaną wcześniej usunięte. Dla pozostałych algorytmów bardzo ważna jest ilość ramek, im większa tym mniej błędów zostanie wygenerowanych, ponieważ są większe szanse na to, że żądana strona będzie w pamięci RAM. Oczywiście dla najgorszych, a także dla losowych danych najlepiej zawsze wypadnie algorytm OPT, jednak jest on niemożliwy do zaimplementowania w rzeczywistych systemach, bo musielibyśmy znać przyszłe odwołania do stron, a tego nie da się przewidzieć.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Fryderyk Rott 238075 | liczba błędów strony | 3 | 19 | 1000 | 19 | 892 | 19 | 1000 | 19 | 896 | 19 | 999 | 19 | 896 | 19 | 895 |
| 5 | 19 | 1000 | 19 | 783 | 19 | 1000 | 19 | 791 | 19 | 982 | 19 | 800 | 19 | 792 |
| 10 | 19 | 1000 | 19 | 513 | 19 | 1000 | 19 | 585 | 19 | 797 | 19 | 764 | 19 | 542 |

Wnioski: Przy MFU i LFU ma znaczenie, czy zliczamy ile razy była użyta strona od początku działania, czyli licznik ten zeruje się w momencie usunięcia strony z ramki. Efektywniejsze jest zliczanie od początku. Zarówno dla najlepszych jak i najgorszych danych najefektywniejszy jest OPT, jednak z powodu jego działania (patrzenie w przyszłość) jest niemożliwy do zaimplementowania w rzeczywistości. Najlepszym zastępstwem dla OPT jest algorytm LFU.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Rafał Kosyl 238070 | liczba błędów strony | 3 | 19 | 847 | 19 | 1000 | 19 | 915 | 19 | 914 | 19 | 850 | 19 | 864 | 19 | 847 |
| 5 | 19 | 683 | 19 | 1000 | 19 | 759 | 19 | 808 | 19 | 686 | 19 | 728 | 19 | 683 |
| 10 | 19 | 431 | 19 | 1000 | 19 | 490 | 19 | 637 | 19 | 437 | 19 | 560 | 19 | 431 |

Wnioski: Wielkość ramki oraz wykorzystywany algorytm nie ma wpływu na liczbę błędów strony dla najlepszego przypadku - PNL, pozostaje ona taka sama. Na tej podstawie nie możemy decydować o wyborze najlepszego algorytmu, ponieważ błędy pojawiają się przy przechodzeniu do kolejnego numeru. Przypadek najgorszy - PNG, różni się pomiędzy algorytmami tylko niewielką ilością błędów. W algorytmie LRU nie występuje zjawisko Beladiego. Najlepszym algorytmem zliczającym, który daje rezultaty zbliżone do algorytmu optymalnego jest LFU, natomiast najgorzej wypadają algorytmy FIFO i LRU, ponieważ już każde zgłoszenie powoduje wystąpienie błędu.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Marcin  Makuch  238063 | liczba  błędów  strony | 3 | 19 | 1000 | 19 | 894 | 19 | 1000 | 19 | 960 | 19 | 998 | 19 | 899 | 19 | 897 |
| 5 | 19 | 1000 | 19 | 785 | 19 | 1000 | 19 | 850 | 19 | 986 | 19 | 799 | 19 | 198 |
| 10 | 19 | 1000 | 19 | 510 | 19 | 1000 | 19 | 583 | 19 | 794 | 19 | 763 | 19 | 544 |

Wnioski:

Na pierwszy rzut oka można zauważyć, że ilość błędów stron dla przypadku najlepszego jest identyczna. Wynosi ona tyle co ilość stron, do których następuje odwołanie. Ponieważ w tym przypadku każdy algorytm daje takie same wyniki co algorytm optymalny, decydującym będzie przypadek najgorszy.

W przypadku najgorszym, algorytmy nieznacznie różnią się ilością błędów. W przypadku algorytmów FIFO oraz LRU każde zgłoszenie wywołuje błąd, przez co wypadają one nasłabiej ze wszystkich. Lepiej na tle tych dwóch algorymów wypada algorytm LRU aproksymowany, jest on także odporny na zjawisko Anomalii Bealy’ego.

Biorąc pod uwagę algorytmy zliczające, lepsze wyniki uzyskaliśmy stosując algorytm LFU. Dla przypadku najgorszego daje on wyniki najbardziej zbliżone do algorytmu optymalnego.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Krzysztof  Dziubek  238347 | liczba  błędów  strony | 3 | 19 | 1000 | 19 | 853 | 19 | 1000 | 19 | 946 | 19 | 896 | 19 | 900 | 19 | 862 |
| 5 | 19 | 1000 | 19 | 784 | 19 | 1000 | 19 | 865 | 19 | 976 | 19 | 801 | 19 | 798 |
| 10 | 19 | 1000 | 19 | 503 | 19 | 1000 | 19 | 574 | 19 | 678 | 19 | 775 | 19 | 564 |

Wnioski: Dla najlepszego przypadku nie ma znaczenia, jakiego algorytmu użyjemy. Jest to stałe 19 błędów wynikające z ilości ramek od 1 do 19. Błędy występują jedynie przy dodawaniu kolejnych numerów ramek, co daje wszędzie wynik tak jak w algorytmie optymalnym. Dlatego lepiej zająć się przypadkiem najgorszym. FIFO i LRU wypadają najgorzej, ponieważ przy każdym zgłoszeniu generowany jest błąd. LRUA lepiej wypada i jest odporny na zjawisko anomalii Belady’ego, co przy większej ilości ramek daje on lepsze wyniki. Algorytm RAND dał stosunkowo słabe wyniki, ale jest wrażliwy na ilość ramek. MFU i LFU dają najbardziej zbliżone wyniki do optymalnego z korzyścią dla LFU. Wyrzucanie stron, które były najmniej używane jest rozsądnym rozwiązaniem i daje wyniki bardzo zbliżone do optymalnego.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Mateusz  Pakuła  238336 | liczba błędów strony | 3 | 19 | 1000 | 19 | 890 | 19 | 1000 | 19 | 950 | 19 | 1000 | 19 | 896 | 19 | 908 |
| 5 | 19 | 1000 | 19 | 780 | 19 | 1000 | 19 | 844 | 19 | 853 | 19 | 792 | 19 | 936 |
| 10 | 19 | 1000 | 19 | 510 | 19 | 1000 | 19 | 532 | 19 | 744 | 19 | 530 | 19 | 668 |

Wnioski:

W najlepszym przypadku w każdym z algorytmów liczba błędów stron jest identyczna i jej liczba będzie równa ilości stron do których następuje odwołanie. W najgorszym przypadku nieoptymalne wyniki uzyskały algorytmy FIFO i LRU, u których wraz ze wzrostem ramek liczba błędów się nie zmienia. Dla porównania wyniki symulacji algorytmów LRUA, LFU i MFU pokazały, że przeciwnie do FIFO i LRU nie występuje u nich to zjawisko. Najbardziej zbliżone wyniki do algorytmu optymalnego uzyskał algorytm LFU. Algorytm RAND uzyskał lepsze wyniki niż FIFO i LRU, aczkolwiek nie są one miarodajne, ponieważ jego rezultaty są losowe.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | liczba błędów strony | 3 | 19 | 1000 | 19 | 893 | 19 | 1000 | 19 | 952 | 19 | 1000 | 19 | 896 | 19 | 907 |
| 5 | 19 | 1000 | 19 | 784 | 19 | 1000 | 19 | 842 | 19 | 969 | 19 | 791 | 19 | 834 |
| 10 | 19 | 1000 | 19 | 513 | 19 | 1000 | 19 | 533 | 19 | 780 | 19 | 532 | 19 | 540 |

Wnioski:

Niezależnie od użytego algorytmu w najlepszym przypadku generowana liczba błędów stron będzie taka sama. W najgorzszym przypadku, algorytmy FIFO i LRU uzyskały najbardziej nieoptymalny wynik względem pozostałych, ponieważ wraz ze wzrostem liczby stron ilość generowanych błedów nie zmienia się. Zaś w przypadku algorytmów LRUA, LFU i MFU to zjawisko nie występuje.