

# Systemy operacyjne

## Ćwiczenia 6

**Tematy:** page, frame, page table entries, page directory entries, present bit, dirty bit, referenced bit, page fault, page fault handler, demand paging, swapping, memory-mapped files, copy-on-write, fetch policy, placement policy, replacement policy, cleaning policy, prepaging, page buffering, clock policy, working set, resident set, degree of multiprogramming, trashing.

### Zadanie 1

Wyjaśnij czym różni się strona od ramki. Znajdź informacje dotyczące bitów pomocniczych w deskryptorach stron i deskryptorach katalogów stron – dla architektur x86-64 i PowerPC. Przypisz je do grup pod względem zastosowania: pamięć podręczna, pamięć wirtualna, uprawnienia dostępu, rozmiar stron, tryb działania. Wyjaśnij dokładnie znaczenie wszystkich bitów.

### Zadanie 2

Rozważmy procedurę<sup>1</sup> obsługi braku strony, do której przekazywane jest sterowanie w wyniku niewłaściwego odwołania do pamięci (jak to się dzieje?). Jakie parametry musi otrzymywać ta funkcja by prawidłowo wykonywać swoją pracę? Zaproponuj pseudokod procedury umożliwiającej stronicowanie na żądanie z uwzględnieniem uprawnień dostępu do stron. Wykorzystaj następujący (zmyślony) interfejs:

- `page_t *find_pte(void *vaddr);`
- `void error(const char *msg);`
- `frame_t *alloc_frame(void);`
- `void read_block(frame_t *frame, int block_addr);`
- `void resume(void *pc);`

Czy oprócz tablicy stron musisz zarządzać jakąś dodatkową strukturą danych?

### Zadanie 3

Pokaż (w pseudokodzie) jak należy rozszerzyć szkic procedury *obsługi braku stron* celem implementacji wymiany i mapowania plików na pamięć. Załóż, że posiadasz wiele plików i jedną partycję wymiany. Zaproponuj prosty abstrakcyjny interfejs. Jeśli wprowadzono dodatkowe struktury danych – opisz je i uzasadnij ich niezbędność.

### Zadanie 4

Wyjaśnij zasadę działania mechanizmu kopiowania przy zapisie w systemach ze stronicowaniem. Jakie korzyści przynosi? Do czego używa się go w praktyce? Pokaż (w pseudokodzie) jak rozszerzyć procedurę *obsługi braku stron*. Zaproponuj prosty abstrakcyjny interfejs. Jeśli wprowadzono dodatkowe struktury danych lub rozszerzono istniejące – opisz je i uzasadnij ich niezbędność zmian.

### Zadanie 5

Wiemy, że odczyt komórki pamięci inicjuje szereg czynności podejmowanych przez sprzęt i system operacyjny. Opisz najdłuższy i najkrótszy ciąg czynności związany z dostępem do komórki pamięci – oszacuj optymistyczny i pesymistyczny czas wykonania instrukcji dostępu do pamięci. Rozważ

---

<sup>1</sup>... lub proces w mikrojądrze.

następującą organizację pamięci: pamięć podręczna indeksowana wirtualnie, dwupoziomowa tablica stron, TLB, RAM, dysk twardy.

#### Zadanie 6

Rozważmy cztery rodzaje polityki związane z zarządzaniem pamięcią wirtualną. Wyjaśnij kiedy mają zastosowanie polityka ładowania, przydziału miejsca, zastępowania i usuwania? Poznaliśmy już stronicowanie na żądanie. Czym różni się od niego stronicowanie wstępne i kiedy ma sens?

#### Zadanie 7

O zasadzie lokalności rozmawialiśmy w odniesieniu do pamięci podręcznej. Wykaż, że zasada ta ma również wpływ na działanie stronicowania z pamięcią wirtualną. Wyjaśnij pojęcia zbioru roboczego i zestawu rezydentnego. Co zasada lokalności odwołań mówi o tym, jak zbiory te zmieniają się w czasie działania procesu? Znajdź i opisz wykres zależności braków stron od rozmiaru ramki dla typowego programu. Czemu w systemach z bardzo małymi ramkami występuje (statystycznie) mniej braków stron niż w systemach z ramkami o średniej wielkości? Załóż, że ilość dostępnych stron rośnie odwrotnie proporcjonalnie do ich wielkości.

#### Zadanie 8

Rozważmy system ze stałym przydziałem zbioru rezydentnego. Mamy pamięć fizyczną składającą się z 4 ramek oraz pamięć wirtualną złożoną z 8 stron. Jedyń wykonujący się proces generuje następujący ciąg dostępów do stron: 7 0 1 2 0 3 0 4 2 3 0 3 2. Pokaż, jak w tym systemie działają następujące algorytmy zastępowania ramek: FIFO, LRU, CLOCK. Który z nich generuje najmniej braków stron? Załóż, że zastąpienie ramki zachodzi dopiero w momencie zapelnienia całej pamięci fizycznej.

#### Zadanie 9

Rozważmy buforowanie stron – tj. jeśli strony zostały oznaczone do zastąpienia w wyniku stosowania konkretnej strategii (np. FIFO), to nie są usuwane od razu, ale trzymają się przez jakiś czas w pamięci operacyjnej. Wymień zalety tego rozwiązania w kontekście lokalności i zarządzania zbiorem roboczym, oraz polityki usuwania stron. Jak z buforowania stron może skorzystać algorytm zarządzający zbiorem rezydentnym zmiennego rozmiaru, działający w obrębie całego systemu? Do czego służy blokowanie stron w pamięci operacyjnej?

#### Zadanie 10

Rozważmy system ze stronicowaniem na żądanie, w którym stopień wieloprogramowości wynosi 4 (programy). W pewnym momencie czasu w systemie zbadano procent wykorzystania procesora i dyskowej pamięci wirtualnej. Dla każdego z poniższych pomiarów odpowiedz, czy należy zwiększyć / zmniejszyć stopień wieloprogramowości i czy zastąpienie stronicowania nie przyczyniło się do spadku wydajności systemu:

- CPU: 13%, IO: 97%,
- CPU: 87%, IO: 3%,
- CPU: 13%, IO: 3%.

Wyjaśnij pojęcie szamotania. Wymień kilka możliwych zachowań systemu operacyjnego celem obniżenia stopnia wieloprogramowości po wykryciu tego zjawiska?