

## Zadanie 4 dla grupy pt 8 CS500

1. Zaimplementować mechanizm kolejek priorytetowych wiadomości dla komunikacji międzyprocesowej.
2. Wykorzystując zaimplementowany mechanizm kolejkowy przygotować symulację procesu produkcyjnego.
3. Przetestować otrzymane rozwiązanie, uzyskując odpowiedzi na pytania:
  1. Jaka jest graniczna wartość parametru X dla której stworzony system działa zasadniczo prawidłowo na kilkuminutowym horyzoncie?
  2. Przy jakiej wartości parametru X system zawodzi, tzn. zawsze dochodzi do blokady w krótkim czasie?
4. Usunąć blokadę przez wprowadzenie procesu nadzorcy.
5. Sprawdzić, czy w obecności nadzorcy system przestaje się blokować nawet dla wartości X znacznie gorszych od ustalonej w pytaniu 3.2. Oszacować zgrubnie, jak często i długo musi interweniować nadzorca dla wartości X z pytań 3.1 i 3.2.

### Uwagi szczegółowe do punktu 1:

- Kolejki należy zaimplementować w systemie Linux przy użyciu **monitorów**
  - Dopuszczalna – ale absolutnie nie wymagana – jest zmiana implementacji z wieloprocessowej na wielowątkową. Oba warianty są dopuszczalne, przy czym:
  - W wariantcie wielowątkowym pamięć wspólna jest zapewniona przez sam proces macierzysty, więc wystarczy zaimplementować monitory w oparciu np. o mutexy.
  - W wariantcie wieloprocessowym należy wykorzystać semaforey i pamięć wspólną, jak w zadaniu 3, ukrywając je pod postacią monitorów.
- Kolejki powinny zapewniać:
  - ograniczenie pojemności kolejki,
  - mechanizm producent-konsument,
  - obsługę priorytetową wskazanych obiektów (obiekty o większym priorytecie wyprzedzają w kolejce te o niższym priorytecie),
  - dostarczanie według zasady FIFO (first in – first out) w ramach każdego priorytetu.
  - możliwość nieblokującego "podejrzenia" pierwszego w kolejce obiektu (tzn. tego, który zostałby zwrócony przy próbie pobrania) - uwaga, "nieblokujący" znaczy w tym kontekście niezależny od ograniczeń pojemności, synchronizacja w sensie sekcji krytycznej nadal będzie niezbędna.
- Zalecana jest implementacja biblioteki realizującej funkcje mechanizmu kolejkowego, wykorzystywanej przez pozostałe programy implementowane w ramach zadania.

**Wejściówka** będzie weryfikować znajomość definicji monitora oraz różnic pomiędzy procesami a wątkami.

### Uwagi szczegółowe do punktu 2:

- Liczba "zwykłych" procesów wytwórczych, znanych z zadania 3, zmniejsza się do 2.
- Pojawia się za to nowy proces wytwórczy, zwany "mistrzem", odpowiedzialny za ocenę wyrobów "zwykłych pracowników" oraz ich wykończenie. W tym celu:
  - pojawia się nowa kolejka - stół warsztatowy mistrza, o dwóch miejscach,
  - procesy wytwórcze "zwykłe", zamiast do magazynu wyjściowego, przekazują swoje produkty na stół mistrza, a dopiero on przekaże je do magazynu po zakończeniu obróbki.
- Proces mistrza działa w pętli, wykonując następujące działania:
  - Weź produkt ze stołu warsztatowego, dokonaj oceny (0,5 sekundy oczekiwania, następnie losowanie wyniku: 10% produktów zostaje ocenione jako wadliwe).
  - Jeżeli produkt jest wadliwy, wyrzuć go i zleć ponowne wykonanie (opis tego działania jest dalej).

- Jeżeli produkt jest prawidłowy, pobierz z magazynu narzędzie i dokonaj jego obróbki (mistrz jest na tyle wprawny, że obróbka trwa 1 sekundę niezależnie od narzędzia). Wytworzony produkt przekaz do magazynu, zwróć narzędzie.
  - Przejdź do następnego produktu (mistrz nie odpoczywa - nie wnikam, czy to efekt czegoś mocniejszego, niż kawa, czy po prostu jest ich tak naprawdę kilku pracujących na zmiany...)
- Zlecenie ponownego wykonania oznacza powrót zadania do kolejki zleceń, z nowym, najwyższym priorytetem (czyli priorytety mamy już trzy: zlecenie zwykłe, zlecenie priorytetowe, zlecenie poprawki). Zlecenie powinno jednak "pamiętać" swój stary priorytet, bo po przyjęciu przez wykonawcę wraca do niego, tzn. zlecenie "zwykłe" zwrócone do ponownego wykonania zostanie przyjęte przez "zwykłego" wykonawcę szybciej, niż nawet priorytetowe, ale już na stole mistrza będzie z powrotem "zwykłe" i zlecenie priorytetowe może je wyprzedzić.

#### Uwagi szczegółowe do punktu 3, czyli pułapki w zadaniu:

- Pułapka 1 - omijalna. Zarówno zwykli pracownicy, jak i mistrz, korzystają z tego samego magazynu narzędzi, a więc nadal mamy dwa narzędzia dla trzech osób. Tym razem jednak nie są to osoby pracujące równolegle. Trzeba dbać o kolejność działań, żeby nie dopuścić do blokady (występuje, jeśli możliwa jest sytuacja, gdzie mistrz czeka na narzędzie, ale oba są u pracowników, którzy obaj czekają na miejsce na stole, które się nie zwolni, póki mistrz nie obrobi aktualnego zlecenia - czyli póki nie dostanie narzędzia).
- Pułapka 2 - nieomijalna. Jeśli kolejka zleceń jest zapełniona, to mistrz nie będzie miał gdzie wrzucić zlecenia ponownego wykonania, będzie musiał czekać. To oznacza, że istnieje groźba blokady przez zapętlenie, podobnie jak w pułapce 1 - jeśli obaj wykonawcy czekają na miejsce na jego stole, to nie wezmą nowego zlecenia, miejsce w kolejce się nie pojawi... Tu nie pomoże uważna implementacja, problem blokady jest wbudowany w zadanie. Zajęcie się tym problemem jest częścią punktu 4 - przyda się tu opcja "podglądania".

#### Uwagi szczegółowe do punktu 4:

- Nadzorca (właściciel firmy?) co 5 sekund podgląda aktualne zlecenie w kolejce wejściowej. Jeżeli jest ono starsze, niż  $Y=30$  sekund, to dochodzi do wniosku, że pracownicy nie dają sobie rady i trzeba im pomóc - włącza się do pracy. Sam jest na poziomie mistrza, a więc jest w stanie wykonywać zlecenia w całości, podobnie jak mistrz radzi też sobie równie dobrze oboma narzędziami, jest jednak starszy i musi odpoczywać. Jego cykl pracy wygląda zatem tak:
  - pobierz zlecenie z kolejki i narzędzie z magazynu (jeżeli zlecenie nie jest starsze, niż  $Z=20$  sekund, to to ostatni cykl pracy)
  - wykonaj pracę (2 sekundy),
  - zwróć narzędzie i przekaz produkt do magazynu wyjściowego,
  - jeżeli to ostatni cykl pracy, to wróć do trybu podglądania kolejki co 5 sekund, w przeciwnym wypadku odpocznij 1 sekundę i wróć do początku.
- **WAŻNA UWAGA:** Wartości Y i Z oszacowałem. Jeżeli eksperymentalnie okaże się, że w systemie obciążonym, ale wcale nie zablokowanym, zlecenia już w kolejce typowo osiągają taki wiek, to nadzorca będzie zupełnie niepotrzebnie próbował pomagać - proszę wtedy odpowiednio poprawić te wartości, tak, aby włączał się do pracy w przypadku blokad, a nie cały czas.

#### Uwaga do punktów 4 i 5:

- Nadzorca "omija" stół warsztatowy mistrza, a więc usuwa zlecenia z pętli tworzonej przez odrzucanie ocenianych produktów. Powinien więc skutecznie radzić sobie z blokadą omówioną w zadaniu koncepcji jako pułapka 2. Nadal jednak potrzebuje tych samych narzędzi, co wszyscy, a także tak samo operuje na kolejkach (plus podgląda). Nadal zatem jest ryzyko powstawania blokad w przypadku popełnienia błędu w implementacji synchronizacji kolejek, lub wpadnięcia w pułapkę 1 w wyniku złe przemyślanej kolejności działań. Jeśli więc system nadal "staje", to czas na debugowanie.