

Ćwiczenie 3

Synchronizacja procesów z wykorzystaniem semaforów

Wyobraźmy sobie fabrykę, w której produkowany jest przedmiot składający się z dwóch elementów Y oraz Z. W fabryce pracują $N + M + P$ robotów (procesów):

- N robotów specjalizuje się w produkcji elementów Y i po wyprodukowaniu elementu kładzie go na taśmie produkcyjnej (buforze) BY,
- M robotów specjalizuje się w produkcji elementów Z i po wyprodukowaniu elementu kładzie go na taśmie produkcyjnej (buforze) BZ,
- P robotów pobiera i paruje elementy z taśm produkcyjnych BY i BZ – tak powstały przedmiot YZ jest produktem końcowym.

Przyjmijmy, że elementy Y i Z to liczby naturalne mniejsze od 10, a parowanie Y i Z to operacja polegająca na stworzenie liczby postaci YZ (lub inaczej: liczby o wartości $Y \cdot 10 + Z$)¹.

Należy przyjąć że taśmy produkcyjne mogą jednocześnie pomieścić najwyżej 5 elementów.

Produkcja powinna zostać zakończona po zbudowaniu 10 przedmiotów YZ.

Dla uproszczenia można przyjąć, że każdy z robotów parujących pobiera najpierw element z kolejki Y, następnie z kolejki Z i sparowany przedmiot drukuje na standardowe wyjście. Jeśli któraś z tych kolejek jest pusta, robot oczekuje na pojawienie się elementu.

W ramach zadania należy stworzyć program symulujący pracę fabryki przy pomocy $N + M + P$ procesów (roboty) i 2 buforów (taśmy produkcyjne). Aby zapobiec przepełnieniu buforów i jednoczesnemu wykonywaniu operacji na buforze należy wykorzystać mechanizm semaforów. Należy zwrócić szczególną uwagę, aby żaden z elementów nie został „zdublowany” albo zagubiony.

Dodatkowo należy zasymulować czas pracy robotów przez uśpienie procesów na losową wartość z zakresu:

- $\langle 1, R \rangle$ dla procesów produkujących element Y,
- $\langle 1, S \rangle$ dla procesów produkujących element Z,

¹ Np. Jeśli $Y=2$ a $Z=9$ to końcowy produkt to 29

- $\langle 1, T \rangle$ dla procesów parujących elementy Y i Z.

Podczas implementacji, należy skorzystać z semaforów oferowanych przez system Linux. Należy pamiętać o usunięciu semaforów po zakończeniu działania programu.

Bufor można zaimplementować jako tablicę bądź listę. Pobieranie elementów ma być zgodne z zasadą FIFO.

Wartości M, N, P, R, S i T powinny być konfigurowalne przy uruchomieniu.

Wskazówki do koncepcji

W koncepcji należy opisać (można użyć pseudokodu):

- Wykorzystane wywołania systemowe do realizacji zadania,
- Sposób wykorzystania semaforów do realizacji zadanego problemu,
- Wykorzystane struktury,
- Sposób działania poszczególnych procesów,
- Procedurę zakończenia każdego procesu,
- Sposób przetestowania poprawności zaimplementowanego zadania.