

Ćwiczenie 5. Modelowanie systemów liczących

Badanie sieci kolejek

2. Badanie zamkniętej sieci kolejek

Dla zamkniętej sieci kolejek bez postaci iloczynowej (ang. *non-product-form queueing network*) z ogólnym rozkładem czasów obsługi w każdym z węzłów są dane: liczba węzłów równa 5, liczba prac (ang. *jobs*) K równa 10. Prawdopodobieństwa przejść prac są następujące: $p_{12} = 0.1$, $p_{14} = 0.9$, $p_{24} = 1$, $p_{32} = 0.1$, $p_{34} = 0.9$, $p_{41} = 0.3$, $p_{42} = 0.3$, $p_{44} = 0.1$, $p_{45} = 0.2$, $p_{54} = 1$. Pozostałe parametry są podane w poniższej tabelicy.

Węzeł	μ_i	c_B	m_i	Typ węzła
1	0.20	0.3	4	M/G/m FCFS
2	0.08	2.4	7	M/G/m FCFS
3	0.8	1.0	1	M/M/1 FCFS
4	0.12	3.9	10	M/G/m FCFS
5	0.05	-	-	M/G/ ∞ IS

Podane wartości c_B dotyczą współczynnika wariancji (ang. *coefficient of variations*).

Przy użyciu symulacji dyskretnej z systemu WinPEPSY uzyskano następujące wyniki:

Węzeł	ρ_i	\bar{K}
1	0.21	0.85
2	0.33	2.29
3	0.07	0.07
4	0.47	4.67
5	-	2.13

Ćwiczenie 1

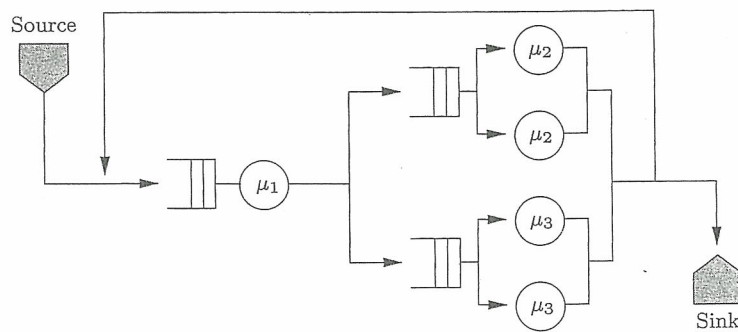
- 1) Potwierdź korzystając z symulacji dyskretnej podane wyniki.
- 2) Sprawdź, czy przy użyciu innych metod, np. MVA (ang. *Mean Value Analysis*) otrzymuje się te same wyniki.

2. Badanie otwartych i mieszanych sieci kolejek

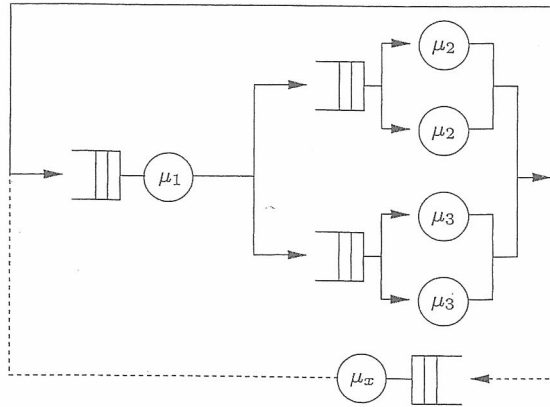
Techniki opisane poniżej pozwalają na zastąpienie każdej otwartej sieci kolejek przez zamkniętą sieć kolejek. Zasada tej techniki jest bardzo prosta. Zewnętrzny świat otwartych sieci kolejek można zastąpić jednym węzłem $-/G/1$ o następującej charakterystyce:

- 1) Intensywność obsługi μ_∞ tego nowego węzła jest równa intensywności zgłoszeń λ_0 otwartej sieci kolejek,
- 2) Współczynnik wariacji c_{B_∞} czasu obsługi nowego węzła jest równy współczynnikowi wariacji pomiędzy zgłoszeniami w otwartej sieci kolejek,
- 3) Jeśli przejścia w otwartej sieci kolejek są specyfikowane przy użyciu współczynnika wizyt (ang. *visit ratios*), to współczynnik wizyt e_∞ nowego węzła jest równy 1. W przeciwnym razie prawdopodobieństwa przejść są tak przydzielone, że zewnętrzny świat jest bezpośrednio zastępowany przez nowy węzeł.

Idea podanej techniki jest przedstawiona na rysunku poniżej.



Otwarta sieć kolejek przed użyciem techniki zamkniętej sieci kolejek



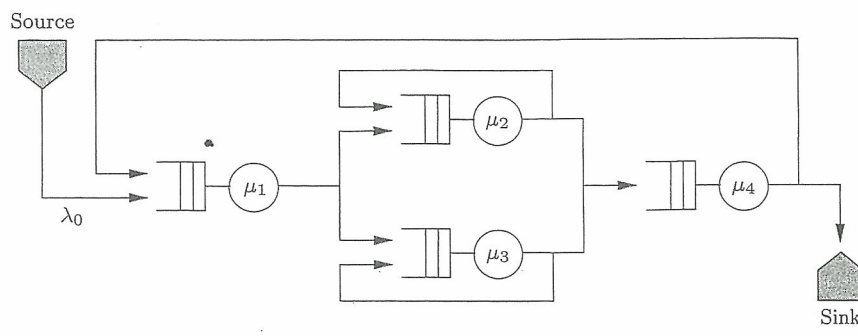
Zamknięta sieć kolejek po dodaniu dodatkowego węzła -/G/1 przy użyciu techniki zamkniętej sieci kolejek

Wadą opisaną techniką jest to, że musi być uzyskane bardzo wysokie średnie wykorzystanie (ang. *utilization*) dla węzła reprezentującego "świat zewnętrzny". Jest ono niezbędne dla uzyskania możliwie największej dokładności. W tym celu bierze się pod uwagę bardzo dużą liczbę prac (ang. *jobs*) dla zamkniętej sieci kolejek. Wszystkie miary wydajności są wystarczająco dokładne, gdy liczba prac w zamkniętej sieci przekroczy pewną wartość progową K_i . Typowe wartości K są następujące dla różnych algorytmów:

$K = 100$	algorytm wartości średnich (MVA)
$K = 5000$	metoda sumacyjna
$K = 10000$	algorytm SCAT

Ćwiczenie 2

Dla otwartej sieci kolejek z pierwszego rysunku z parametrami $\lambda_0 = 5$, $p_{12} = 0.3$, $p_{13} = 0.7$, $p_{21} = p_{31} = 0.1$, $\mu_1 = 7$, $\mu_2 = 4$, $\mu_3 = 3$ przy użyciu algorytmu MVA znajdź wartości dla zamkniętej sieci będącej odpowiednikiem otwartej sieci wartości średniego czasu odpowiedzi oraz średniej liczby prac. Dla jakiej wartości średniej liczby prac nie obserwuje się istotnych zmian wartości poszczególnych parametrów?



Ćwiczenie 3

Stosując technikę zamkniętej sieci kolejek dla sieci podanej na rysunku powyżej wszystkie jej parametry. Przyjmij też następujące wartości:

$$p_{12} = 0.3, p_{13} = 0.7, p_{22} = 0.3, p_{24} = 0.7,$$

$$p_{33} = 0.1, p_{34} = 0.9, p_{41} = 0.4.$$

Wartości pozostałych parametrów przedstawia poniższa tabela.

Węzeł	μ_i	$c_{B_i}^2$
1	9	0.5
2	10	0.8
3	12	2.4
4	4	4

Znajdź średni czas odpowiedzi \bar{T} oraz średnią liczbę prac \bar{K} jako funkcję liczby prac dla zamkniętej sieci kolejek. Przyjmij, że względny błąd mniejszy lub równy 3% jest miarą, która pozwala wyznaczyć poszukiwane wartości.