

Symulacja Cyfrowa

mgr inż. Marcin Hoffmann

- 1. Imię, nazwisko, nr zadania i nazwa metody symulacyjnej
- 2. Pełny tekst rozwiązywanego zadania
- Krótki opis modelu symulacyjnego:
 - Schemat modelu symulacyjnego (z zad. 1)
 - Opis klas wchodzących w skład systemu i ich atrybutów
- Opis przydzielonej metody symulacyjnej
 - Schemat blokowy pętli głównej
 - Lista zdarzeń czasowych/warunkowych lub zidentyfikowane procesy
 - Opis implementacji listy zdarzeń (M2,M3), lub agendy (M4): na jakiej strukturze danych jest zaimplementowana i jakie są złożoności obliczeniowe najważniejszych operacji, dodania/usunięcia elementu
- Parametry wywołania programu (lambda, nr symulacji, koniec fazy początkowej, itp.)
 - chodzi tutaj o parametry podawane przez użytkownika i ich opis, nie o wartości np. lambda
 - intensywność zgłoszeń nowych użytkowników w sieci.

■ Generatory

- Opis zastosowanych generatorów liczb losowych z histogramami
- Opis zastosowanej metody przeprowadzania symulacji komputerowych i estymacji parametrów (wyników), tj. metoda niezależnych replikacji (ang. Independent Replication Method), np. rozdział 7.3.2 z książki prof. Tyszera
- Wyjaśnienie, w jaki sposób została zapewniona niezależność sekwencji losowych w różnych symulacjach (jak wygenerowano ziarna, ile ziaren wygenerowano, gdzie są przechowywane, ile przewidziano symulacji)

■ Krótki opis zastosowanej metody testowania i weryfikacji poprawności działania programu

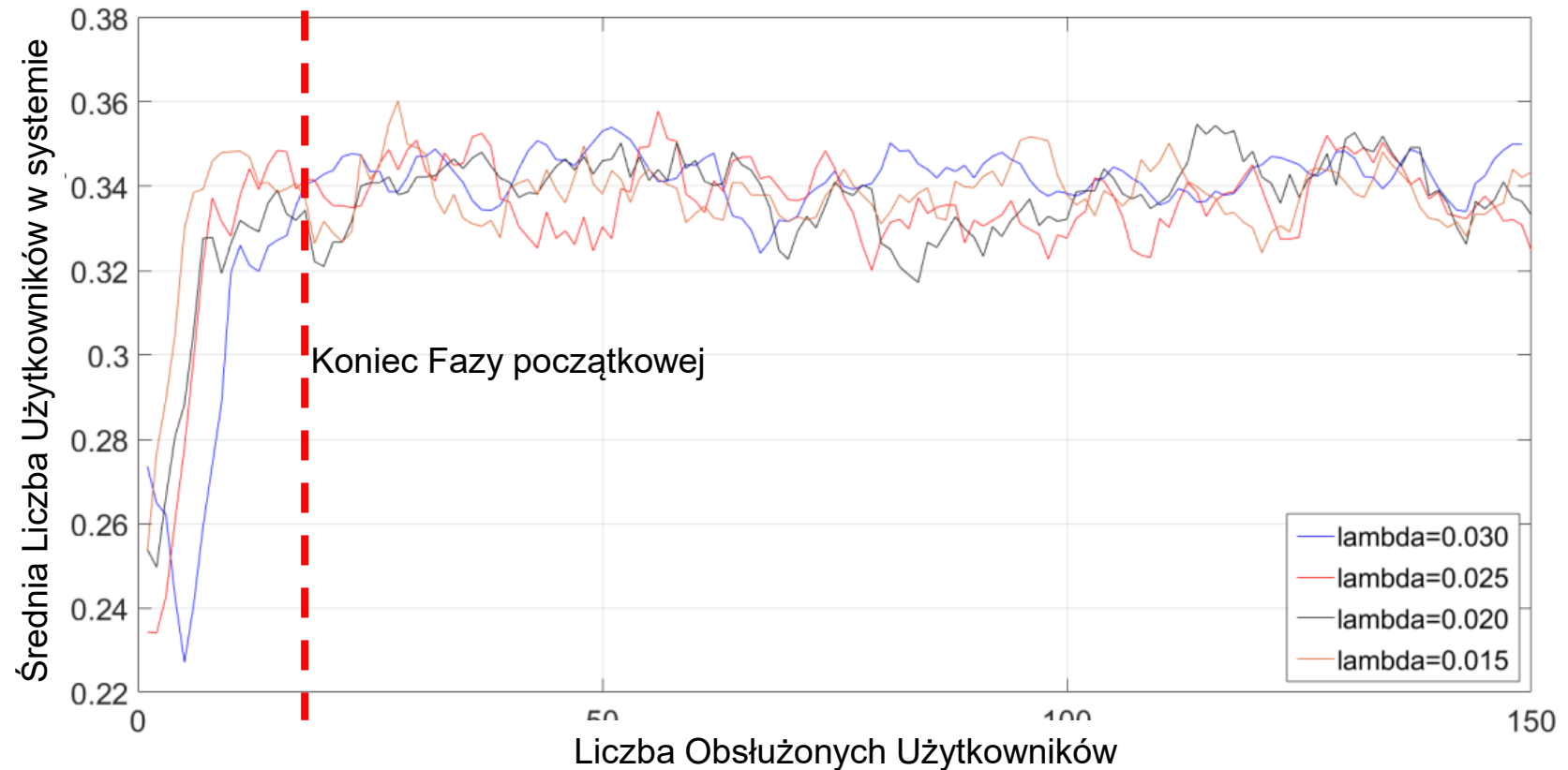
■ 7. Wyniki symulacji

- Wyznaczenie długości fazy początkowej (wykres i opis)
- Wyznaczenie wartości parametru λ (wykres z przedziałami ufności i opis)
- Tabelka z wynikami symulacji dla każdego przebiegu symulacyjnego (dla wszystkich wymaganych parametrów, zgodnie z treścią zadania)
- Wyniki końcowe w postaci uśrednionych wyników po wszystkich przebiegach + przedziały ufności f. wykres wymagane wykresy (zgodnie z treścią zadania)

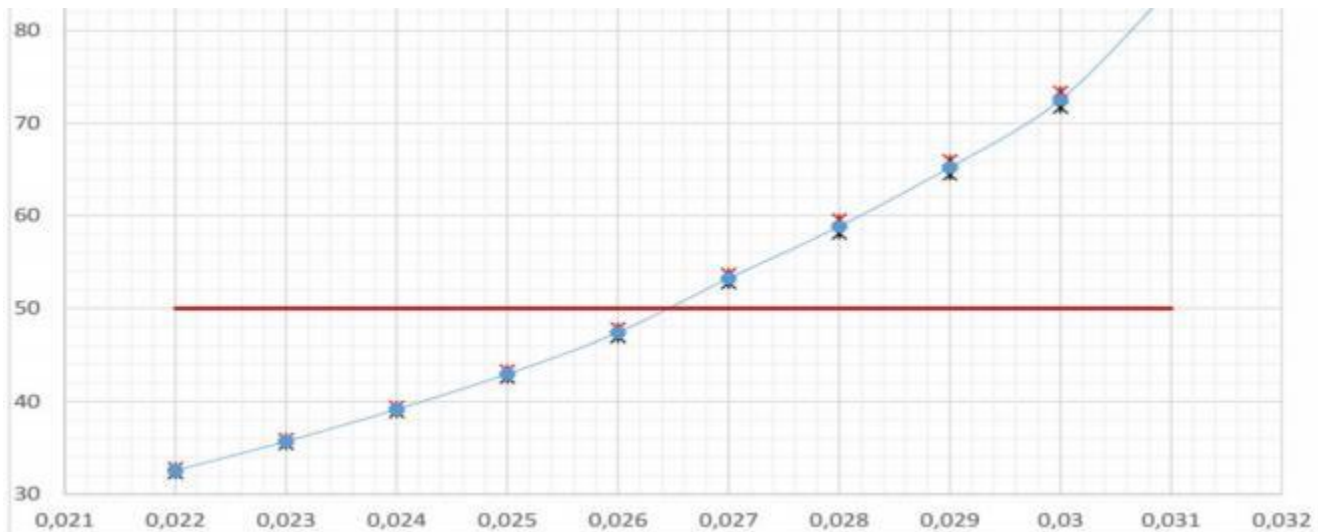
■ 8. Wnioski

- Wyniki uśrednione po przynajmniej 10 symulacjach
- Wyniki dla conajmniej 5 wartości parametru λ
- Warunkiem końca symulacji (1 jednostka na osi x) – liczba obsłużonych użytkowników
- Za pomocą symulacji ustal minimalną intensywność zgłoszeń, która zapewni obsługę n użytkowników w systemie przez cały okres eksperymentu (z pominięciem fazy początkowej).

Wyznaczenie Fazy Początkowej - Przykład



- Wykres z przedziałami ufności
- Przeprowadzone symulacje powinny pomijać fazę początkową wyznaczoną w poprzednim punkcie
- Wybieramy najniższą lambdę, która zapewni obsługę n użytkowników w systemie przez cały okres eksperymentu (z pominięciem fazy początkowej).



- Dla wyznaczonej fazy początkowej i wartości lambda wyznaczamy wartości wszystkich wymaganych parametrów i przedstawiamy je w postaci tabelki (podane parametry są przykładowe, należy zastąpić je parametrami zgodnymi z treścią zadania)

Nr symulacji	Średnia pakietowa stopa błędów	Maksymalna pakietowa stopa błędów	Średnia liczba retransmisji	Średnia czas oczekiwania	Średnie opóźnienie	Przepływność
1						
2						
...						
10						
Średnia						
Przedział ufności	+/-					

- Wartość średnia $\hat{\mu}$: (N – l. obserwacji w jednej symulacji, M – l. symulacji)

$$\hat{\mu}_m = \frac{1}{N} \sum_{n=1}^N X_{mn} \quad \hat{\mu} = \frac{1}{M} \sum_{m=1}^M \hat{\mu}_m$$

- Odchylenie standardowe z próby:

$$s(\hat{\mu}_m) = \sqrt{\frac{1}{M-1} \sum_{m=1}^M (\hat{\mu}_m - \hat{\mu})^2} = \sqrt{\frac{1}{M-1} \left(\sum_{m=1}^M \hat{\mu}_m^2 - M \hat{\mu}^2 \right)}$$

- Przedział ufności:

- $M < 30$ $\mu \in \left[\hat{\mu} - t_{M-1, \frac{\alpha}{2}} \frac{s}{\sqrt{M-1}}, \hat{\mu} + t_{M-1, \frac{\alpha}{2}} \frac{s}{\sqrt{M-1}} \right]$

- $M \geq 30$ $\mu \in \left[\hat{\mu} - u_{\frac{\alpha}{2}} \frac{s}{\sqrt{M}}, \hat{\mu} + u_{\frac{\alpha}{2}} \frac{s}{\sqrt{M}} \right]$

Rozkład studenta $t_{v,\alpha}$ – przykład

- $M = 10, v = 10-1 = 9$
- Współczynnik ufności – 95 %, $\alpha = 1 - 0,95 = 0,05$

$$t_{M-1, \frac{\alpha}{2}} = t_{9, 0.025} = 2,6850$$

Wartości krytyczne rozkładu t-Studenta

$X \sim t_v$ - X zmienna losowa o rozkładzie t-Studenta z liczbą stopni swobody v ,
 α - poziom istotności,
 $t_{v, \alpha}$ - wartość krytyczna - liczba taka, że $P(|X| > t_{v, \alpha}) = \alpha$

$v \backslash \alpha$	0,400	0,300	0,200	0,100	0,050	0,025	0,025	0,010	0,005	0,001
1	1,3764	1,9626	3,0777	6,3137	12,7062	25,7619	25,4519	63,6559	127,3211	636,5776
2	1,0607	1,3862	1,8856	2,9200	4,3027	6,2554	6,2054	9,9250	14,0892	31,5998
3	0,9785	1,2498	1,6377	2,3534	3,1824	4,1765	4,1765	5,8408	7,4532	12,9244
4	0,9410	1,1896	1,5332	2,1318	2,7765	3,4514	3,4514	4,6041	5,5975	8,6101
5	0,9195	1,1558	1,4759	2,0150	2,5706	3,1634	3,1634	4,0321	4,7733	6,8685
6	0,9057	1,1342	1,4398	1,9432	2,4469	2,9687	2,9687	3,7074	4,3168	5,9587
7	0,8960	1,1192	1,4149	1,8946	2,3646	2,812	2,812	3,4995	4,0294	5,4081
8	0,8889	1,1081	1,3968	1,8595	2,3060	2,715	2,715	3,3554	3,8325	5,0414
9	0,8824	1,0997	1,3820	1,8331	2,2622	2,6850	2,6850	3,2498	3,6896	4,7809
10	0,8791	1,0931	1,3722	1,8125	2,2281	2,6538	2,6538	3,1693	3,5814	4,5868
11	0,8755	1,0877	1,3634	1,7959	2,2010	2,5931	2,5931	3,1058	3,4966	4,4369