Simulace činnosti systému M/M/1/∞/FIFO

Výchozí situace:
Na lékařskou pohotovostní službu přichází v průměru jeden pacient za 8 minut a jeho ošetření trvá v průměru 6 minut. Předpokládáme, že vstupní proud pacientů je Poissonův proces a doba ošetření se řídí exponenciálním rozložením.

Úkol 1.: Zjistěte charakteristiky systému a zapište je do tabulky. Použijte funkci neomezeny_1.m.

Charakteristika	hodnota charakteristiky
Střední hodnota doby mezi příchody zákazníků	
Střední hodnota celkové doby strávené v systému	
Střední hodnota doby čekání	
Střední hodnota doby obsluhy	
Střední hodnota počtu zákazníků v systému	
Střední hodnota počtu zákazníků ve frontě	
Střední hodnota počtu obsluhovaných zákazníků	
Využití systému	

Pravděpodobnostní rozložení počtu zákazníků v systému:

Počet zákazníků	pravděpodobnost	kumulovaná pravděpodobnost
0		
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		

Úkol 2.: Pro počet zákazníků 0 až 10 vytvořte graf závislosti pravděpodobnosti (resp. kumulované pravděpodobnosti) na počtu zákazníků.

Úkol 3.: Simulujte průchod 20, 200, 2000 zákazníků systémem. Použijte funkci simulace_1.m.
a) Na hladině významnosti 0,05 testujte hypotézu, že intervaly mezi příchody zákazníků (resp. doby obsluhy) se řídí exponenciálním rozložením. K testování použijte funkci darling.m.
b) Zjištěné charakteristiky systému zapište do tabulky.

Charakteristika	hodnota charakteristiky		
	n=20	n=200	n=2000
Průměrná doba mezi příchody zákazníků			
Průměrná doba strávená v systému			
Průměrná doba čekání			
Průměrná doba obsluhy			
Průměrný počet zákazníků v systému			
Průměrný počet zákazníků ve frontě			
Průměrný počet obsluhovaných zákazníků			
Využití systému			

Úkol 4. (nepovinný): Napište funkci, která bude simulovat činnost systému M/M/1/1.

Příklady pro studenty, kteří neřeší úkol 4.
Příklad 1.: K poštovní přepážce přichází v průměru 15 klientů za 1 h. Průměrná doba obsluhy u přepážky činí 3 minuty. Předpokládáme, že doba mezi příchody zákazníků i doba obsluhy se řídí exponenciálním rozložením. Zjistěte, zda se provoz u poštovní přepážky může stabilizovat. Pokud ano, vyřešte tyto úlohy:
a) Jaká je pravděpodobnost, že klient bude muset čekat ve frontě?
b) Jaká je pravděpodobnost, že ve frontě budou více než 3 klienti?
c) Jaká je průměrná doba pobytu zákazníka na poště? (Výsledek udejte v minutách.)
Výsledky: ad a) 0,75, ad b) 0,3164, ad c) 12 min

Příklad 2.: K benzínové stanici se dvěma čerpadly přijíždí za hodinu průměrně 40 aut, přičemž u každého čerpadla může čerpat benzín jenom jedno auto a průměrná doba čerpání je 2 minuty. Jsou-li obě čerpadla obsazena, další auta nečekají a odjíždějí pryč.
a) Jaká je pravděpodobnost, že přijíždějící auto bude odmítnuto?
b) Na kolik procent je benzínová stanice využita?
Výsledky: ad a) 0,2759, ad b) 48,3%

Příklad 3.: V dílně je 6 strojů, které v náhodných okamžicích vyžadují seřízení. Doba mezi výskyty požadavků na seřízení se řídí exponenciálním rozložením, přičemž během jedné hodiny vyžaduje každý ze strojů průměrně jedno seřízení. K seřízení strojů je určen jeden opravář. Doba, kterou opravář potřebuje k seřízení jednoho stroje, se řídí exponenciálním rozložením se střední hodnotou 6 minut. V kolika procentech své pracovní doby je opravář průměrně využit?
Výsledek: Opravář je průměrně využit v 51,55% své pracovní doby.

Příklad 4.: V dílně pracují tři opraváři. Do dílny přichází v průměru 24 zákazníků za 1 hodinu a průměrná doba opravy je 5 minut. Předpokládáme, že vstupní proud zákazníků je Poissonův proces a doba opravy se řídí exponenciálním rozložením.
   a) Zjistěte, zda se systém může stabilizovat.
   b) Kolik procent přicházejících zákazníků bude muset čekat na opravu?
   c) Jaký je průměrný počet volných opravářů?
   d) Kolik minut bude v průměru čekat zákazník na opravu?

Výsledky:
ad a) Systém se může stabilizovat. ad b) Asi 44,4% zákazníků bude muset čekat na obsluhu. ad c) Průměrně je volný jeden opravář. ad d) Zákazník bude čekat ve frontě průměrně 2 min 13 s.