

Symulacja Cyfrowa

1. Treść zadania

W sieci bezprzewodowej stacje nadawcze konkurują o dostęp do łącza. W losowych odstępach czasu \mathbf{CGP}_k k -ta stacja nadawcza generuje pakiety gotowe do wysłania. Po uzyskaniu dostępu do łącza zgodnie z algorytmem **A**, k -ty terminal podejmuje próbę transmisji najstarszego pakietu ze swojego bufora. Czas transmisji wiadomości z k -tej stacji nadawczej do k -tej stacji odbiorczej wynosi \mathbf{CTP}_k . Jeśli transmisja pakietu zakończyła się sukcesem, stacja odbiorcza przesyła potwierdzenie ACK (ang. *Acknowledgment*) poprawnego odebrania wiadomości. Czas transmisji ACK wynosi \mathbf{CTIZ} . Jeśli transmisja pakietu nie powiodła się, stacja odbiorcza nie przesyła ACK. Odbiór pakietu uznajemy za niepoprawny, jeśli w kanale transmisyjnym wystąpiła kolizja lub błąd. Przez kolizję rozumiemy nałożenie się jakiegokolwiek części jednego pakietu na inny pakiet (pochodzący z innego nadajnika). Dodatkowo każda transmisja pakietu może zakończyć się błędem **TER**. Brak wiadomości ACK po czasie $(\mathbf{CTP}_k + \mathbf{CTIZ})$ od wysłania pakietu jest dla stacji nadawczej sygnałem o konieczności retransmisji pakietu. Każdy pakiet może być retransmitowany maksymalnie **LR** razy. Dostęp do łącza w przypadku retransmisji opiera się na tych samych zasadach co transmisja pierwotna. Jeśli mimo **LR**-krotnej próby retransmisji pakietu nie udało się poprawnie odebrać, wówczas stacja nadawcza odrzuca pakiet i – jeśli jej bufor nie jest pusty – przystępuje do próby transmisji kolejnego pakietu.

Opracuj symulator sieci bezprzewodowej zgodnie z metodą **M**.

Za pomocą symulacji wyznacz:

- Wartość parametru **L**, która zapewni średnią pakietową stopę błędów (uśrednioną po **K** odbiornikach) nie większą niż 0.1, a następnie:
 - pakietową stopę błędów w każdym z odbiorników mierzoną jako iloraz liczby pakietów straconych do liczby przesłanych pakietów,
 - średnią liczbę retransmisji pakietów,
 - przepływność systemu mierzoną liczbą poprawnie odebranych pakietów w jednostce czasu,
 - średnie opóźnienie pakietu, tzn. czas jaki upływa między pojawieniem się pakietu w buforze, a jego poprawnym odebraniem,
 - średni czas oczekiwania, tzn. czas między pojawieniem się pakietu w buforze, a jego opuszczeniem
 - Sporządź wykres zależności średniej liczby retransmisji pakietów od parametru **P**

Sporządź wykres zależności przepływności systemu oraz średniej i maksymalnej pakietowej stopy błędów w zależności od wartości **L**.

2. Parametry

CGP_k - zmienna losowa o rozkładzie wykładniczym o intensywności **L**

CTP_k – zmienna losowa o rozkładzie jednostajnym w przedziale $\{1, 2, \dots, 10\}$ ms

R – zmienna losowa o rozkładzie jednostajnym w przedziale $<0, (2^r - 1)>$

T – zmienna losowa o rozkładzie jednostajnym w przedziale $<0, (2^t - 1)>$

TER - zmienna losowa o rozkładzie zero-jedynkowym z prawdopodobieństwem sukcesu **P**

CTIZ = 1 ms

CSC = 1 ms

P = 0.8

Tabela 1. Metoda symulacji.

M	Opis
M1	Przeglądanie działań
M2	Planowanie zdarzeń
M3	Metoda ABC
M4	Metoda interakcji procesów

Tabela 2. Protokół dostępu do łącza

A	Opis
A1	Algorytm ALOHA – próba przesłania pakietu podejmowana jest natychmiast po jego pojawieniu się w buforze. W przypadku retransmisji pakiet jest nadawany ponownie po losowym czasie CRP równym $R \cdot CTP_k$, gdzie R jest losową liczbą z przedziału od $<0, (2^r - 1)>$, a <i>r</i> jest numerem aktualnej retransmisji (przy każdej retransmisji czas ten losowany ponownie).
A2	Algorytm Slotted-ALOHA – w tym protokole czas jest podzielony na szczeliny o długości CSC . Stacja nadawcza po wygenerowaniu nowego pakietu musi wstrzymać się z jego transmisją do momentu rozpoczęcia najbliższej szczeliny. W przypadku retransmisji, pakiet jest nadawany ponownie w najbliższej szczelinie czasowej po losowym czasie CRP równym $R \cdot CTP_k$, gdzie R jest losową liczbą z przedziału od $<0, (2^r - 1)>$, a <i>r</i> jest numerem aktualnej retransmisji (przy każdej retransmisji czas ten jest losowany ponownie).
A3	Protokół CSMA (ang. <i>Carrier Sense Multiple Access</i>) z wymuszaniem transmisji z prawdopodobieństwem 1 (ang. <i>1-persistent</i>) – po wygenerowaniu nowego pakietu, stacja nadawcza sprawdza zajętość kanału transmisyjnego. Jeśli kanał jest zajęty, to czeka aż się zwolni sprawdzając zajętość co 0.5 ms. Jeśli kanał jest wolny, to stacja natychmiast podejmuje próbę przesłania swojego pakietu. W przypadku retransmisji, stacja nadawcza sprawdza stan kanału po losowym czasie CRP równym $R \cdot CTP_k$, gdzie R jest losową liczbą z przedziału od $<0, (2^r - 1)>$, a <i>r</i> jest numerem aktualnej retransmisji (przy każdej retransmisji czas ten jest losowany ponownie). Jeśli kanał jest zajęty, to czeka aż się zwolni, sprawdzając zajętość co 0.5 ms. Jeśli kanał jest wolny, to stacja natychmiast podejmuje próbę retransmisji swojego pakietu.
A4	Protokół CSMA (ang. <i>Carrier Sense Multiple Access</i>) bez wymuszania transmisji (ang. <i>nonpersistent</i>) – po wygenerowaniu nowego pakietu, stacja nadawcza sprawdza zajętość kanału transmisyjnego. Jeśli kanał jest zajęty, odczekuje losowy przedział czasu CP równy $T \cdot CTP_k$ (gdzie T jest losową liczbą z przedziału od $<0, (2^t - 1)>$, a <i>t</i> jest licznikiem liczby sprawdzeń statusu kanału) zanim ponownie sprawdzi stan kanału

	<p>(t zeruje się w momencie ustalenia, że kanał jest wolny). Terminal rozpoczyna transmisję pakietu natychmiast po wykryciu, że kanał jest wolny.</p> <p>W przypadku retransmisji, stacja nadawcza sprawdza stan kanału po losowym czasie CRP równym $R \cdot CTP_k$, gdzie R jest losową liczbą z przedziału od $<0, (2^r - 1)>$, a r jest numerem aktualnej retransmisji (przy każdej retransmisji czas ten jest losowany ponownie). Jeśli kanał jest wolny, to stacja natychmiast transmituje pakiet. Jeśli kanał jest zajęty to stacja sprawdza zajętość kanału w odstępach czasu CP i podejmuje transmisję niezwłocznie po zwolnieniu kanału (obowiązują takie same zasady jak przy transmisji pierwotnej).</p>
A5	<p>Protokół CSMA (ang. <i>Carrier Sense Multiple Access</i>) z wymuszaniem transmisji z prawdopodobieństwem p (ang. <i>p-persistent</i>) – w protokole tym czas jest podzielony jest na szczeliny o długości CSC. Po wygenerowaniu nowego pakietu, stacja nadawcza sprawdza zajętość kanału transmisyjnego. Jeśli kanał jest zajęty, to dalsze odpytywanie kanału odbywa się w odstępach co 0.5 ms. Gdy stacja wykryje, że kanał jest wolny, rozpoczyna transmisję w najbliższej szczelinie z prawdopodobieństwem PT. Z prawdopodobieństwem $(1-PT)$ stacja wstrzymuje się z transmisją do następnej szczeliny, w której ponownie sprawdza status kanału. Jeśli następna szczelina okaże się również wolna, terminal rozpoczyna transmisję z prawdopodobieństwem PT lub wstrzymuje się z prawdopodobieństwem $(1-PT)$. Ta procedura jest powtarzana tak długo, aż pakiet zostanie wysłany lub kanał stanie się zajęty. W tym ostatnim przypadku terminal nasłuchuje kanał w odstępach co 1 ms i gdy wykryje, że jest wolny, rozpoczyna opisaną wyżej procedurę od nowa.</p> <p>W przypadku retransmisji, stacja nadawcza sprawdza stan kanału po losowym czasie CRP równym $R \cdot CTP_k$, gdzie R jest losową liczbą z przedziału od $<0, (2^r - 1)>$, a r jest numerem aktualnej retransmisji (przy każdej retransmisji czas ten jest losowany ponownie). Wówczas uruchamiana jest taka sama procedura jak w przypadku transmisji pierwotnej.</p> <ul style="list-style-type: none"> a) PT = 0.2 b) PT = 0.4 c) PT = 0.6 d) PT = 0.8
A6	<p>Protokół CSMA (ang. <i>Carrier Sense Multiple Access</i>) z wymuszaniem transmisji z prawdopodobieństwem 1 (ang. <i>1-persistent</i>) – po wygenerowaniu nowego pakietu, stacja nadawcza sprawdza zajętość kanału transmisyjnego (nasłuchiwanie kanału odbywa się co 0.5 ms). Jeśli kanał jest wolny przez okres dłuższy niż czas DIFS, to stacja podejmuje próbę przesłania swojego pakietu.</p> <p>W przypadku retransmisji, stacja nadawcza sprawdza stan kanału po losowym czasie CRP równym $R \cdot CTP_k$, gdzie R jest losową liczbą z przedziału od $<0, (2^r - 1)>$, a r jest numerem aktualnej retransmisji (przy każdej retransmisji czas ten jest losowany ponownie). Wówczas uruchamiana jest taka sama procedura jak w przypadku transmisji pierwotnej (jeśli od tego momentu kanał pozostaje wolny przez czas DIFS, to po czasie DIFS pakiet jest retransmitowany).</p> <ul style="list-style-type: none"> a) DIFS = 1 ms b) DIFS = 2 ms c) DIFS = 3 ms d) DIFS = 4 ms e) DIFS = 5 ms
A7	<p>Protokół CSMA/CA (ang. <i>Carrier Sense Multiple Access/Collision Avoidance</i>) – po wygenerowaniu nowego pakietu, stacja nadawcza sprawdza zajętość kanału transmisyjnego (nasłuchiwanie kanału odbywa się co 0.5 ms). Jeśli kanał jest wolny przez okres dłuższy niż czas DIFS, to podejmuje próbę przesłania swojego pakietu. Jeśli natomiast medium jest zajęte, nadawanie jest wstrzymane do czasu wykrycia, że kanał jest wolny przez czas DIFS, po czym rozpoczyna się proces losowego</p>

opóźnienia transmisji. Terminal losuje wartość licznika **BT** (ang. *Backoff Timer*), będącego liczbą z przedziału $<0, CW>$, gdzie **CW** (ang. *Contention Window*) jest szerokością okna rywalizacji i mieści się w przedziale $<CW_{min}, CW_{max}>$ (początkowo **CW** = **CW_{min}**). Następnie w odstępach czasu co 0.5 ms, terminal przepytuje kanał. Jeśli kanał jest wolny, to licznik **BT** zmniejszany jest o 1. Jeśli kanał jest zajęty, to procedura jest zawieszona i wznowiona po wykryciu, że kanał jest wolny. Stacja nadaje pakiet w momencie, w którym licznik **BT** osiągnie wartość 0.

W przypadku każdej retransmisji jest uruchamiany proces losowego opóźnienia transmisji. Wartość licznika **BT** jest losowana z przedziału $<0, CW>$, przy czym **CW** = $\min(2(CW+1)-1, CW_{max})$ (**CW** podwaja się po każdej nieudanej transmisji). Jeśli w poprzedniej retransmisji **CW** osiągnęło wartość **CW_{max}**, transmitowany pakiet uznajemy za stracony i nie ponawiamy próby jego retransmisji.

a) **DIFS** = 1 ms, **CW_{min}** = 15, **CW_{max}** = 255

b) **DIFS** = 2 ms, **CW_{min}** = 15, **CW_{max}** = 255

c) **DIFS** = 3 ms, **CW_{min}** = 15, **CW_{max}** = 255

d) **DIFS** = 4 ms, **CW_{min}** = 15, **CW_{max}** = 255

3. Przydział zadań

Nr zadania	Nr indeksu studenta	Metoda	A	K	LR
1		M1	A1	4	2
2	Mikołaj Rogacki	M2	A1	8	4
3		M3	A1	10	2
4		M4	A1	4	4
5	Joanna Szewczyk	M1	A2	4	2
6		M2	A2	10	
7		M3	A2	4	
8		M4	A2	8	
9		M1	A3	10	
10		M2	A3	8	4
11	Grzegorz Pachnik	M3	A3	10	2
12		M4	A3		
13		M1	A4		
14		M2	A4		
15		M3	A4		
16		M4	A4		
17		M1	A5a		
18		M2	A5a		
19		M3	A5a		
20		M4	A5a		
21		M1	A5b		
22		M2	A5b		
23		M3	A5b		
24		M4	A5b		
25		M1	A5c		
26		M2	A5c		
27		M3	A5c		
28		M4	A5c		
29		M1	A5d		
30		M2	A5d		
31		M3	A5d		
32		M4	A5d		
33		M1	A6a		
34		M2	A6a		
35		M3	A6a		
36		M4	A6a		
37		M1	A6b		
38		M2	A6b		
39		M3	A6b		
40		M4	A6b		
41		M1	A6c		
42		M2	A6c		
43		M3	A6c		
44		M4	A6c		
45		M1	A6d		
46		M2	A6d		

47		M3	A6d		
48		M4	A6d		
49		M1	A6e		
50		M2	A6e		
51		M3	A6e		
52		M4	A6e		
53		M1	A7a		-
54		M2	A7a		-
55		M3	A7a		-
56		M4	A7a		-
57		M1	A7b		-
58		M2	A7b		-
59		M3	A7b		-
60		M4	A7b		-
61		M1	A7c		-
62		M2	A7c		-
63		M3	A7c		-
64		M4	A7c		-
65		M1	A7d		-
66		M2	A7d		-
67		M3	A7d		-
68		M4	A7d		-
69					