

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 \mathbf{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. Przez kolizję rozumiemy nałożenie się jakiegokolwiek części jednego pakietu na inny pakiet (pochodzący z innego nadajnika). 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 \mathbf{LR} razy. Dostęp do łącza w przypadku retransmisji opiera się na tych samych zasadach co transmisja pierwotna. Jeśli mimo \mathbf{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 \mathbf{M} .

Za pomocą symulacji wyznacz:

- Wartość parametru \mathbf{L} , która zapewni średnią pakietową stopę błędów (uśrednioną po \mathbf{K} odbiornikach) nie większą niż 0.1, a następnie:
 - średnią liczbę retransmisji pakietów,
 - przepływność systemu mierzona 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 przepływności systemu oraz średniej i maksymalnej pakietowej stopy błędów w zależności od wartości \mathbf{L} .

2. Parametry

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

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

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

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

CTIZ = 1 ms

CSC = 1 ms

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 jest 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, odczeka 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 (<i>t</i> zeruje się w momencie ustalenia, że kanał jest wolny). Terminal rozpoczyna transmisję pakietu natychmiast po wykryciu, że kanał jest wolny. W przypadku retransmisji, stacja nadawcza sprawdza stan kanału po losowym czasie

	<p>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 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 <i>p</i> (ang. <i>p-persistent</i>) – w protokole tym czas jest podzielony 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 <i>r</i> 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 <i>r</i> 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 opóźnienia transmisji. Terminal losuje wartość licznika BT (ang. <i>Backoff Timer</i>), będącego liczbą z przedziału $<0, CW>$, gdzie CW (ang. <i>Contention Window</i>) 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</p>

kanal 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}** = 127
- c) **DIFS** = 3 ms, **CW_{min}** = 31, **CW_{max}** = 255
- d) **DIFS** = 4 ms, **CW_{min}** = 3, **CW_{max}** = 127