

dr inż. Andrzej Lubański
bryg. dr inż. Jacek Chrzęstek
Katedra Techniki Pożarniczej
Wydział Inżynierii Bezpieczeństwa Pożarowego
Szkoła Główna Służby Pożarniczej

Ocena wpływu algorytmu duplexowego systemu transmisji danych na szybkość transmisji

Abstrakt

W artykule dokonano porównania dwu algorytmów duplexowych systemów transmisji danych (z transmisją ciągłą i z oczekiwaniem) i ich wpływu na zredukowaną szybkość transmisji.

Słowa kluczowe: transmisja danych, szybkość transmisji danych, algorytmy systemów transmisji danych

Evaluation of the Duplex Data Transmission System Algorithm Effectiveness on the Transmission Rate

Abstract

The comparison of two algorithms for duplex data transmission systems (with the continuous and delayed transmissions) and their effects to the reduced transmission rate has been done in the article.

Keywords: data transmission, speed data transmission, data transmission algorithm

Wprowadzenie

W artykule [1] przedstawiono wpływ kanału transmisyjnego na parametry duplexowego systemu transmisji danych z transmisją ciągłą (takich jak np. optymalna długość bloku) oraz rozważono, jaki wpływ na średnią

szybkość transmisji w takim systemie, opartym na algorytmie TOR (ang. *Teleprinting Over the Radio*), miałoby zastosowanie kodów korekcyjnych. Pojawił się również problem wpływu algorytmu systemu transmisji danych TD na szybkość transmisji. Próbę wyjaśnienia go podjęto w tym opracowaniu.

Problem wpływu doboru wielkości przepłotu i parametrów kodu, czyli algorytmu zabezpieczenia przed błędami, przedstawiony został między innymi w pracy [4].

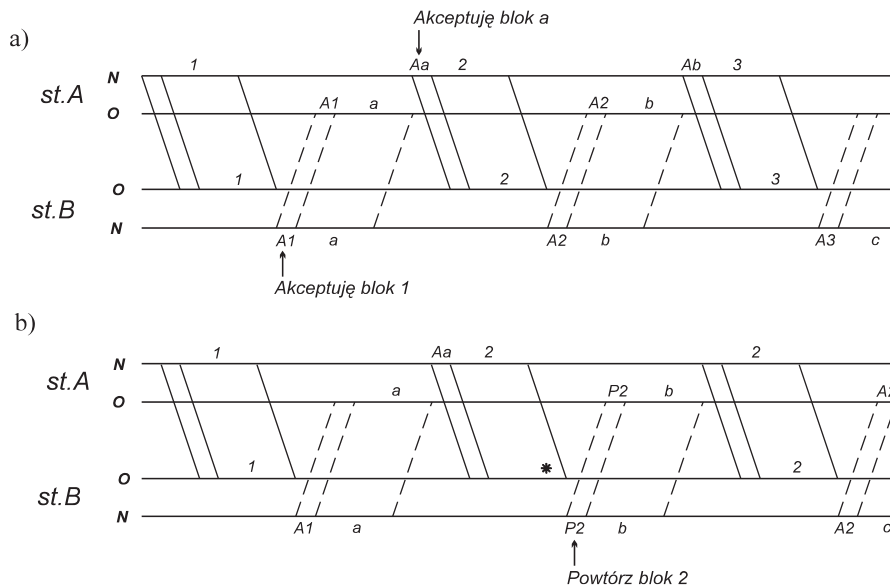
1. Zasada pracy systemu z selekcją blokowo-czasową

Rozważmy duplexowy system transmisji danych z blokowo-czasową selekcją sygnałów informacyjnych i decyzyjnych. W czasowo-blokowej metodzie realizacji kanału zwrotnego sygnały decyzyjne przesyła się jako bloki elementów wstawionych pomiędzy kombinacjami informacyjnymi, tj. elementy sygnałów zwrotnych różnią się od elementów informacji w cyklu transmisyjnym. Z zasady metodę tę stosuje się w systemach z jednoblokowym cyklem retransmisji. System oparty zostanie na przykładzie 9.2.4 z pracy J. Seidlera [2]. Algorytm pracy systemu nazywanego dalej DX0 przedstawiono na rys. 1.

W przypadku niewystępowania błędów, w obu kierunkach stacja A wysyła ciąg n-elementowy o numerze „1”. Po odebraniu tego ciągu przez stację B wysyła ona blok niosący decyzję o bloku „1” o znaczeniu „akceptuję ciąg” i zaraz za nim ciąg informacyjny o numerze „a”. Po odebraniu tego ciągu przez stację A wysyła ona blok niosący decyzję o bloku „a” i zaraz za nim ciąg informacyjny o nr „2” itd.

W przypadku wystąpienia błędów w którymkolwiek kierunku stacje zamiast wysyłania kolejnego ciągu informacyjnego wysyłają zakwestionowany blok.

Jak wynika z rys. 1 w tym systemie obie korespondujące stacje mają okresy „oczekiwania” na informację. Przy takim algorytmie pracy systemu obydwa kierunki transmisji są od siebie niezależne. W systemie rozpatrywanym w pracy [1], który dla potrzeb niniejszego opracowania nazwano DX1, błąd w przekazywaniu informacji w jednym kierunku wywołuje natomiast powtórne wysyłanie informacji w obydwu kierunkach.



Rys. 1. Algorytm pracy systemu DX0

a) transmisja bez błędów

b) transmisja z błędami

Źródło: opracowanie własne

2. Określenie średniej szybkości transmisji w systemie DX0

System DX0 jest systemem o niezależnych kierunkach transmisji, tzn. błędy w jednym kierunku nie mają wpływu na szybkość transmisji w kierunku przeciwnym. Stąd do określenia średniej liczby powtórzeń w każdym kierunku można posłużyć się zależnością wyprowadzoną przez Seidlera [2]:

$$L_s = \frac{1}{1 - \alpha - (1 - \alpha - \beta)P_w} \quad (1)$$

ponieważ $\alpha \approx 0$

$$L_s = \frac{1}{1 - P_w(1 - \beta)} \quad (2)$$

gdzie:

L_s – średnia liczba powtórzeń,

$P_w = P(C_0 \notin Q_1)$ – prawdopodobieństwo, że ciąg losowy, reprezentujący ciągi odebrane z kanału, nie należy do zbioru ciągów kodowych,

α, β – współczynniki uwzględniające wpływ kanału zwrotnego.

W celu określenia średniej szybkości transmisji w każdym z kierunków można posłużyć się zależnością podaną przez R. Rykaczewskiego [3]:

$$V_s = \frac{i}{(L_s + 1)(n + k)} \quad (3)$$

gdzie:

V_s – średnia szybkość transmisji w każdym z kierunków,

i – liczba elementów informacyjnych w ciągu kodowym n-elementowym,

n – długość ciągu kodowego,

k – liczba sygnałów elementarnych, które mogłyby być przesłane w czasie równym czasowi „oczekiwania”.

Ponieważ ww. zależności odpowiadają ściśle systemowi półduplexowemu (w naszym przypadku jednemu kierunkowi transmisji) przy założeniu, że kanały teletransmisyjne odpowiadają modelowi KBS (stacjonarne, bezpamięciowe, symetryczne), a tego założenia system DX0 nie spełnia w pełni, to wyniki byłyby obciążone pewnym błędem.

Aby tego uniknąć, postąpiono inaczej, a mianowicie algorytm pracy systemu zasymulowano w programie komputerowym, podkładając jako dane te same zarejestrowane ciągi błędów, których użyto do określenia szybkości transmisji w systemie DX1 (patrz [1]).

Program analizuje dwa zbiory ciągów błędów reprezentujących oba kierunki transmisji. Analizie poddawane są dane o dowolnej długości jednak nie większej niż 8800 znaków dla każdego kierunku. Dane dzieli się na bloki N-bitowe, gdzie $N = 28, 56, 112, 224, 448, 896$ w ten sposób, że każde dwa bloki N-bitowe przedziela jeden blok 21-bitowy (blok decyzyjny – 5 bitów służbowych i 16 bitów kontrolnych). Bloki analizuje się na przemian rozpoczynając od pierwszego zbioru. Analiza polega na badaniu, czy w da-

nym bloku jest co najmniej jeden błąd. Ostateczny wynik analizy zależy od zawartości pary znaków: N-bitowego z jednego zbioru i leżącego bezpośrednio za nim 21-bitowego z drugiego zbioru. Wyniki analizy umieszczone są w odpowiednich licznikach:

L_{01} – liczba przypadków takich, że blok N-bitowy ze zbioru pierwszego i następujący po nim 21-bitowy blok decyzyjny ze zbioru drugiego nie zawierały ani jednej jedynki;

L_{02} – jw. dla bloków N-bitowego zbioru drugiego i 21-bitowego zbioru pierwszego;

L_{B1} – liczba przypadków pozostałych po uwzględnieniu L_{01} ;

L_{B2} – liczba przypadków pozostałych po uwzględnieniu L_{02} ;

$L_{B1,21}$ – liczba przypadków takich, że wystąpiły jedynki w blokach 21-bitowych dla zbioru pierwszego;

$L_{B2,21}$ – jw. dla zbioru drugiego;

$L_{B1,N}$ – liczba przypadków takich, że wystąpiły jedynki w znakach N-bitowych dla zbioru pierwszego;

$L_{B2,N}$ – jw. dla zbioru drugiego.

Następnie program wykonuje obliczenie wg wzoru:

$$K = \frac{i}{N + 21 + \Delta} \cdot \frac{L_0}{L_0 + L_B} \quad (4)$$

gdzie:

K – wskaźnik charakteryzujący system,

N – długość błędu w bitach,

„i” przyjmuje wartości (zależnie od N): i = 8, 36, 204, 428, 876, gdy odpowiednio „N” = 28, 56, 112, 224, 448, 896 zaś Δ jest parametrem (czas opóźnienia informacji w kanale i czas oczekiwania) i przyjmuje wartości $\Delta = 0, 7, 14, 28, 56$.

Wyniki działania programu dla wybranych seansów pomiarowych przedstawiono w tabeli 1, zaś wynik porównania systemów DX1 i DX0, z punktu widzenia szybkości transmisji, pokazano na rys. 2.

Tabela 1. Wyniki działania programu dla wybranych seansów pomiarowych

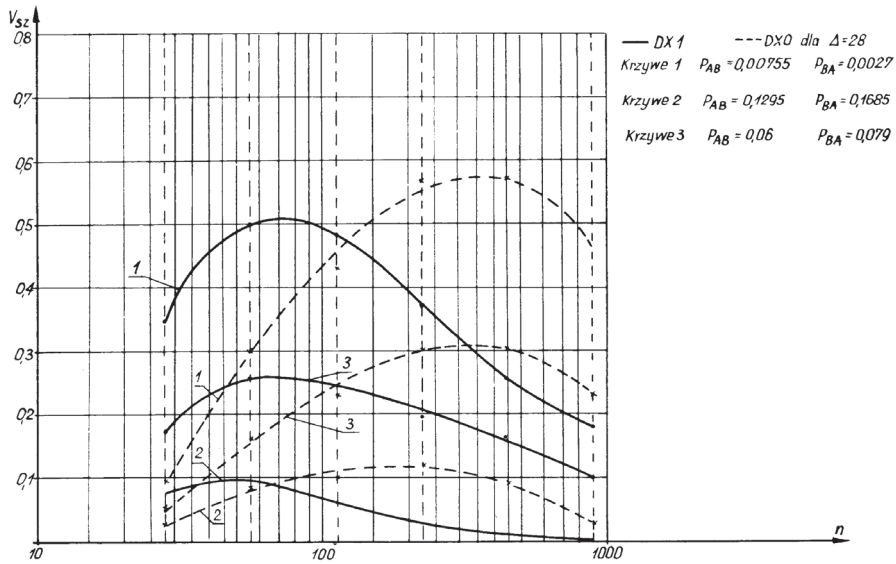
D \ N	N						p
	28	56	112	224	448	896	
0	0,15057	0,41978	0,52070	0,63694	0,60589	0,49305	$p_{AB}=0,0075$ $p_{BA}=0,0027$
	0,04451	0,11625	0,12159	0,14233	0,09742	0,03082	$p_{AB}=0,129$ $p_{BA}=0,168$
7	0,13175	0,38479	0,49466	0,61925	0,59698	0,48932	$p_{AB}=0,0075$ $p_{BA}=0,0027$
	0,03895	0,10657	0,11551	0,13838	0,09581	0,03058	$p_{AB}=0,129$ $p_{BA}=0,168$
14	0,11710	0,35519	0,97711	0,60252	0,58833	0,48564	$p_{AB}=0,0075$ $p_{BA}=0,0027$
	0,03462	0,09837	0,11001	0,13464	0,09442	0,03035	$p_{AB}=0,129$ $p_{BA}=0,168$
28	0,09582	0,30783	0,43014	0,57162	0,57176	0,47844	$p_{AB}=0,0075$ $p_{BA}=0,0027$
	0,02833	0,08525	0,10045	0,12774	0,09176	0,02990	$p_{AB}=0,129$ $p_{BA}=0,168$
56	0,07026	0,24303	0,36642	0,51844	0,54126	0,46468	$p_{AB}=0,0075$ $p_{BA}=0,0027$
	0,02077	0,06730	0,08556	0,11585	0,08687	0,02904	$p_{AB}=0,129$ $p_{BA}=0,168$

Źródło: opracowanie własne

p – prawdopodobieństwo błędu elementarnego:

p_{AB} – dla kierunku A-B,

p_{BA} – dla kierunku B-A.

Rys. 2 Zestawienie zredukowanej szybkości transmisji V_{sz} dla systemów DX1 i DX0

Źródło: opracowanie własne

Podsumowanie

Z tabeli 1 oraz z rys. 2 wynika, że dla kanałów o dużej elementowej stopie błędów przewagę (gdy stosuje się kryterium szybkości transmisji) ma system DX0, w przypadku kanałów przeciętnych (ESB około 10^{-2}) systemy te są porównywalne. Z porównania samych algorytmów pracy omawianych systemów wynika, że w przypadku kanałów „idealnych” (charakteryzujących się bardzo małą elementową stopą błędów) przewagę wykazuje system DX1. Z drugiej strony optymalne długości bloku w systemie DX1 zawierają się w granicach od 56 do 112 bitów [1], zaś w systemie DX0 w granicach od 224 do 448 bitów, co w przypadku realizacji technicznej może powodować problemy (konieczność rozbudowywania układów pamięci do zapamiętywania długich bloków, kłopoty z synchronizacją). Z tego względu oraz z faktu, iż w przypadku kanałów z błędami przewaga systemu DX0 jest niezbyt duża (wzrost szybkości rzędu 10%) słuszniejszym wydaje się rekomendować do realizacji technicznej systemu stosujące algorytmy z transmisją ciągłą.

Literatura

- [1] Lubański A, Chrzęstek J., Efektywność zastosowania kodów korekcyjnych w dwuleksowych systemach transmisji danych. *Zeszyty Naukowe SGSP* 2016, nr 60.
- [2] Seidler J., Systemy przesyłania informacji cyfrowych. WNT, Warszawa 1972.
- [3] Rykaczewski R., Analiza systemu transmisji danych z decyzyjnym sprzężeniem zwrotnym w obecności zakłóceń seryjnych. *Arch. Aut. i Telemekh. Zeszyt 2/1972*.
- [4] Jackowski S., Urban R., Wpływ adaptacyjnego doboru wielkości przepływu i parametrów kodu na jakość transmisji w kanale UKF. *Biuletyn WAT* 2009, nr 2.