

TRANSMISJA SYGNAŁÓW CYFROWYCH 1

Cel ćwiczenia

1. Prezentacja zasady odbioru optymalnego dla kodowania 2-wartościowego
2. Porównanie kodów transmisyjnych: unipolarnego i bipolarnego

ALGORYTMY DECYZYJNE

Część 1 programu symulacyjnego obejmuje ilustrację zasady odbioru optymalnego dla kodu transmisyjnego 2-wartościowego.

Nadawane są impulsy prostokątne:

- s_0 (odpowiadający wartości logicznej 0), mający amplitudę a_0 i pojawiający się z prawdopodobieństwem p_0
- s_1 (odpowiadający wartości logicznej 1), mający amplitudę a_1 i pojawiający się z prawdopodobieństwem $p_1 = 1 - p_0$

Moc nadawanego sygnału wynosi $S = a_0^2 p_0 + a_1^2 p_1$. Sygnał jest zakłócony szumem gaussowskim o wartości średniej $= 0$ i wariancji (mocy) N . Stosunek mocy sygnału do szumu, wyrażony w dB, wynosi $10 \log(S/N)$.

W odbiorniku z każdego zaszumionego impulsu pobierane są 2 próbki, tworząc 2-wymiarowy wektor wyniku pomiaru \mathbf{v} . Przebiegi zaszumionych sygnałów, oraz rozkład wektorów pomiarowych \mathbf{v} można obserwować na ekranie.

Zadaniem eksperymentatora jest podział zbioru wyników eksperymentów (tzn. płaszczyzny V) na 2 podzbiory:

- V_0 - odpowiadający decyzji "0" (rozpoznano zaszumiony sygnał s_0)
- V_1 - odpowiadający decyzji "1" (rozpoznano zaszumiony sygnał s_1)

Optymalny podział minimalizuje liczbę źle rozpoznanych sygnałów, tzn. minimalizuje prawdopodobieństwo przekłamania P_e . Program "podpowiada" optymalny podział linią przerywaną, jednak trzeba ustawić go samodzielnie. Daje to możliwość badania suboptymalnych algorytmów decyzyjnych.

Po zaznaczeniu podziału płaszczyzny V (tzn. wybraniu algorytmu decyzyjnego), program podaje wyniki symulacji (częstości są estymatorami prawdopodobieństw):

- $P(0)$ - częstość nadawania sygnału s_0 (tzn. stosunek liczby nadanych syg. s_0 do wszystkich nadanych sygnałów) - może nieco różnić się od żądanej wartości p_0

- $P(1)$ - częstość nadawania sygnału s_1
- $P(0, 1)$ - częstość błędnego rozpoznania sygnału s_1 jako s_0 (stosunek liczby błędnie rozpoznanych "jedynek" do liczby wszystkich nadanych sygnałów)
- $P(1, 0)$ - częstość błędnego rozpoznania sygnału s_0 jako s_1 (stosunek liczby błędnie rozpoznanych "zer" do liczby wszystkich nadanych sygnałów)
- $P(0|1)$ - częstość warunkowa błędnego rozpoznania nadanej "jedynki" jako "zera" (stosunek liczby błędnie rozpoznanych "jedynek" do liczby nadanych "jedynek")
- $P(1|0)$ - częstość warunkowa błędnego rozpoznania nadanego "zera" jako "jedynki" (stosunek liczby błędnie rozpoznanych "zer" do liczby nadanych "zer")
- $P_e = P(0, 1) + P(1, 0)$ - częstość występowania przekłamań (stosunek liczby błędnie rozpoznanych sygnałów do liczby wszystkich nadanych sygnałów)
- H = entropia, czyli średnia ilość informacji (w bitach) przenoszona przez jeden sygnał

Zadania do wykonania

1. Wybierz kod transmisyjny bipolarny tzn. symetryczny (np. $a_0 = -0.5$, $a_1 = +0.5$), $p_0 = p_1 = 0.5$, $SNR = 3dB$. Ustaw optymalny algorytm decyzyjny (program "podpowiada" linią przerywaną optymalny podział płaszczyzny wyników pomiarów). Zanotuj wyniki symulacji. Spróbuj dokonać innych podziałów. Czym charakteryzuje się optymalny podział?
2. Ustaw warunki jak w p.1, lecz eksperymenty wykonaj dla $p_0 = 0.2$ i $p_1 = 0.8$, a następnie dla $p_0 = 0.8$ i $p_1 = 0.2$. Czy dotychczasowy podział przestrzeni wyników obserwacji po przekątnej (tzn. wybór na zasadzie minimum odległości) jest optymalny?
Porównaj P_e uzyskane w p.1 i 2. Czy różne wartości p_0 i p_1 są dobrym rozwiązaniem? (zaobserwuj co dzieje się z entropią)
3. Dla kodu transmisyjnego bipolarnego (np. $a_0 = -0.25$, $a_1 = +0.25$), $p_0 = p_1 = 0.5$, $SNR = 3dB$ oraz optymalnego alg. decyzyjnego zanotuj P_e . Badanie powtórz dla kodu unipolarnego (np. $a_0 = 0$, $a_1 = 0.5$). Który kod, bipolarny czy unipolarny, jest bardziej odporny na zakłócenia?