

PRZETWARZANIE SYGNAŁÓW W TELEKOMUNIKACJI

Ćwiczenie 1 Kwantyzacja skalarna

Uwagi ogólne

- Program symulacyjny nosi nazwę "kwant.exe".
- Sygnałem wejściowym jest fraza mowy (należy wybrać określoną frazę i nie zmieniać jej w trakcie ćwiczenia) lub sygnał sinusoidalny spróbkowany z częstotliwością 8kHz. Dla sygnału sinusoidalnego można wybrać częstotliwość (do 4kHz, jednak najlepiej wykonywać symulację dla niskich częstotliwości - do 1kHz). Oba sygnały można stłumić (podaje się tłumienie w dB). Sygnał nie stłumiony (0dB) posiada próbki o wartościach nie wykraczających poza $< -1, +1 >$.
Uwaga: Proszę nie "dotłumiać" już stłumionego sygnału. Gdy jest potrzeba zmiany tłumienia, proszę wczytać sygnał oryginalny i stłumić go, naciskając jednokrotnie na klawisz "tłumienie".
- Sygnał jest podzielony na ramki, które można obserwować na ekranie. Przy każdej ramce podany jest $SNR[dB]$ - stosunek energii sygnału w ramce do energii błędu kwantowania w dB.
- Wynikami symulacji są: SNR - stosunek energii sygnału w całej przetwarzanej frazie do energii błędu kwantyzacji, oraz SNR_{seg} - tzw. segmentowy SNR - wartość średnia $SNR[dB]$ liczonych osobno w każdej ramce. Wynikiem symulacji jest też fraza sygnału skwantowanego - gotowa do odsłuchu.
- Gdyby powyższe uwagi były niewystarczające, to proszę uruchomić demo1.mp4

Zadania do wykonania

1. W kwantyzatorze równomiernym ustaw zakres pracy 0,5 (wykorzystujemy wówczas połowę zakresu pracy przetwornika C/A), oraz 256 poziomów kwantyzacji. Zmieniaj moc sygnału sinusoidalnego (częstotliwość kilkaset Hz) ustawiając tłumienie od 0dB do 6dB co 1dB, a następnie co 10dB. Sporządź wykres SNR w funkcji mocy kwantowanego sygnału. Kiedy występuje maksimum SNR? Obserwując przebiegi czasowe skwantowanego sygnału odpowiedz na pytanie: Dlaczego występuje spadek SNR dla zbyt małej i zbyt wielkiej mocy kwantowanego sygnału?

2. Powtórz eksperyment opisany w punkcie 1 dla kwantyzatora nierównomiernego z kompresją logarytmiczną (krzywa kompresji typu "A"). Dlaczego stosuje się kompresję logarytmiczną w systemach PCM?
3. W kwantyzatorze równomiernym ustaw zakres pracy 1,0 (wykorzystujemy wówczas cały zakres pracy przetwornika C/A), oraz tłumienie sygnału wejściowego 0dB. Dla sygnału mowy zanotuj SNR i SNR_{seg} w funkcji liczby poziomów kwantyzacji (2, 4, 8, 16, 32, 64, 128, 256 poziomów). Dlaczego SNR różni się od SNR_{seg} ? Odsłuchaj skwantowane frazy mowy, ile poziomów kwantyzacji wystarcza do uzyskania dobrej jakości sygnału mowy?
Sprawdź czy słuszna jest zasada "6 decybeli na bit", tzn. czy dodanie kwantyzatorowi jednego bitu (tzn. podwojenie liczby poziomów kwantyzacji) powiększa SNR o około 6 dB.
4. Ustaw zakres pracy kwantyzatora równy 1,0, liczbę poziomów kwantyzacji =16, tłumienie sygnału wejściowego =0dB. Zanotuj SNR i SNR_{seg} dla sygnału mowy skwantowanego przy użyciu kwantyzatora
 - równomiernego,
 - nierównomiernego z kompresją logarytmiczną,
 - nierównomiernego - o optymalnym położeniu poziomów kwantyzacji, zaprojektowanego specjalnie dla przetwarzanej frazy (algorytm Lloyda optymalizacji kwantyzatora)
 - adaptacyjnego (przyjmij proponowane "standardowe" wartości współczynników adaptacji).
5. Ustaw tłumienie sygnału =30dB i powtórz badania kwantyzatorów wymienionych w punkcie 4. Który algorytm kwantyzacji jest najbardziej odporny na tłumienie sygnału?
6. Dla sygnału mowy bez tłumienia (0dB) i kwantyzatora adaptacyjnego o 4 poziomach kwantyzacji poszukaj optymalnych współczynników adaptacji $M1$ i $M2$. Dla jakich wartości współczynników adaptacji mamy do czynienia z adaptacją powolną, a dla jakich z adaptacją szybką?
7. Ustaw liczbę poziomów kwantyzacji =16, tłumienie sygnału wejściowego =0dB. Zanotuj SNR i SNR_{seg} dla sygnału mowy i sygnału sinusoidalnego (częstotliwość kilkaset Hz) skwantowanego przy użyciu kwantyzatora adaptacyjnego z predykcją (modulacja ADPCM). Przyjmij 10 współczynników predykcji. Dla adaptacji predyktora wybierz algorytm stochastycznego gradientu z normalizacją (szybkość adaptacji $L_\beta = 0,01$). Porównaj wyniki kwantowania adaptacyjnego z predykcją i bez predykcji. Jak wielki jest zysk predykcji (przewaga kwantyzatora z predykcją nad kwantyzatorem bez predykcji)? Wyraż ten zysk w dB, porównując wartości SNR i SNR_{seg} uzyskane z predyktorem i bez predyktora. Skomentuj otrzymane wyniki.