

PRZETWARZANIE SYGNAŁÓW W TELEKOMUNIKACJI

Ćwiczenie 3 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 (wyrażony w dB), 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.

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, aż do 56 dB. Zanotuj wartości 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 dużej 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_{seg} w funkcji liczby poziomów kwantyzacji (2, 4, 8, 16, 32, 64, 128, 256 poziomów). Odsłuchaj skwantowane frazy mowy. Ile poziomów kwantyzacji wystarcza do uzyskania sygnału mowy o dobrej jakości ?
4. Ustaw zakres pracy kwantyzatora równy 1,0, liczbę poziomów kwantyzacji =16, tłumienie sygnału wejściowego =0dB. Zanotuj 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 Lloyd'a optymalizacji kwantyzatora)
 - adaptacyjnego (przyjmij proponowane "standardowe" wartości współczynników adaptacji).
5. Ustaw tłumienie sygnału =25dB i powtórz badania kwantyzatorów wymienionych w punkcie 4. Jaki algorytm kwantyzacji daje najlepsze wyniki?
6. Ustaw liczbę poziomów kwantyzacji =16, tłumienie sygnału wejściowego =0dB. Zanotuj SNR_{seg} dla sygnału mowy i sygnału sinusoidalnego (częstotliwość kilkaset Hz) skwantowanego przy użyciu kwantyzatora adaptacyjnego z predykcją (modulacja AD-PCM). 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 kwantizatorem bez predykcji)? Wyraż ten zysk w dB, porównując wartości SNR_{seg} uzyskane z predyktorem i bez predyktora. Skomentuj otrzymane wyniki.