

Wydział Elektryczny

Katedra Telekomunikacji i Aparatury Elektronicznej

Instrukcja do pracowni specjalistycznej

Temat ćwiczenia:

Badanie własności koderów DPCM i ADPCM zastosowanych do sygnałów audio.

Numer ćwiczenia: **4**

Pracownia Specjalistyczna z przedmiotu:

Techniki Multimedialne

Kod: TS1C611258

Opracowała:
Dr hab. inż. Ewa Świercz

Białystok 2013

Pracownia Specjalistyczna 4 z przedmiotu Techniki Multimedialne

Temat: Kompresja sygnału audio na przykładzie modulacji ADPCM

1. Cel pracowni: Badanie koderów DPCM, adaptacyjnych koderów PCM i adaptacyjnych koderów ADPCM zastosowanych do sygnałów audio

ADPCM (ang. Adaptive Differential Pulse Code Modulation) – to metoda kompresji stratnej przeznaczona głównie dla sygnałów dźwiękowych i jest wersją adaptacyjną predyktora w modulacji **DPCM**. W modulacji **ADPCM** współczynniki predyktora są zmieniane adaptacyjnie stosownie do zmian właściwości sygnału.

Zamiast wartości ciągu próbek wykorzystywany jest ciąg różnic pomiędzy sygnałem i jego predykcją. To pozwala na zmniejszenie rozpiętości danych, zmniejszenie ich wariancji – pozwala na zmniejszenie zakresu danych uwzględnianych w projekcie kwantyzatora.

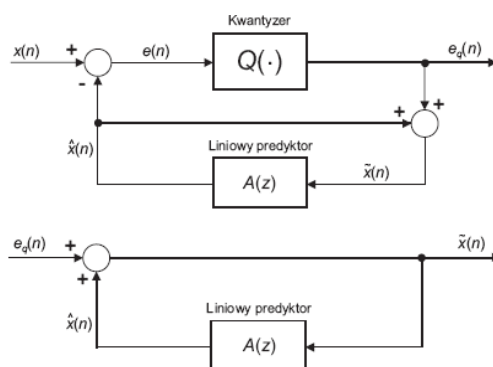
Zalety:

- **DPCM** pozwala zakodować sygnał na mniejszej liczbie bitów niż **PCM**,
- stosunek sygnał - szum kwantowania jest lepszy o 4 - 11dB niż w przypadku systemu **PCM** (dotyczy kodowania sygnałów mowy).

Wady:

- Brak możliwości swobodnego dostępu do strumienia: dekodowanie każdej próbki wymaga znajomości całej historii (problem ten rozwiązuje się wprowadzając cykliczne zerowanie predyktora, co pogarsza efektywność kompresji)

Schemat podstawowy kodera i dekodera DPCM



$$A(z) = \sum_{k=1}^N a_k z^{-k}$$

$$\hat{x}(n) = \sum_{k=1}^N a_k \tilde{x}(n-k)$$

Błąd predykcji $e(n)$ i skwantowany błąd predykcji $e_q(n)$:

$$e(n) = x(n) - \hat{x}(n), \quad e_q(n) = e(n) - q(n)$$

$$\frac{\tilde{X}(z)}{E_q(z)} = \frac{1}{1 - A(z)}$$

Sygnał zrekonstruowany $\tilde{x}(n)$:

$$\left. \begin{aligned} \tilde{x}(n) &= e_q(n) + \hat{x}(n) = e(n) - q(n) + \hat{x}(n) \\ x(n) &= e(n) + \hat{x}(n) \end{aligned} \right\} \tilde{x}(n) = x(n) - q(n)$$

Współczynniki predykcji można wyznaczać następującymi metodami:

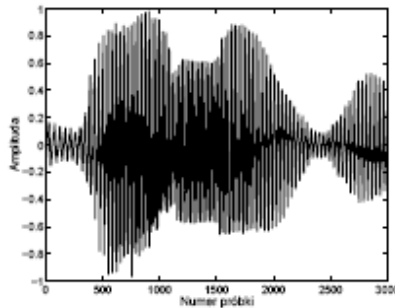
- _ kowariancyjną
- _ korelacyjną
- _ najmniejszych kwadratów
- _ Levinsona-Durbina

Punktem wyjścia wszystkich metod obliczenia współczynników predykcji jest minimalizacja błędu średniokwadratowego

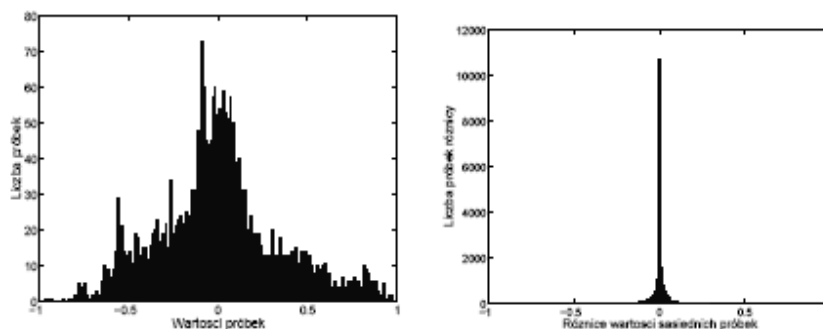
$$J = \min E[(x - \hat{x})^2]$$

gdzie x jest próbką oryginalną, natomiast \hat{x} jest próbką predykcji.

Porównanie dynamiki sygnału i dynamiki sygnału błędu wskazuje na możliwość oszczędniejszego kodowania różnic.



Rys. 1. Przykład sygnału mowy



Rys. 2. Histogramy sygnału mowy i różnic wartości sąsiednich próbek.

W adaptacyjnej modulacji **ADPCM** adaptacyjnie z próbki na próbkę są zmieniane współczynniki predyktora.

Zadanie do wykonania

1.) Porównaj kodowanie frazy mowy bez tłumienia (0dB) z wykorzystaniem kwantyzatora adaptacyjnego i kwantyzatora równomiernego o 4 poziomach kwantyzacji porównując stosowne ilorazy SNR i SNR_{seg} .

Porównaj kodowanie frazy audio bez tłumienia (0dB) z wykorzystaniem kwantyzatora adaptacyjnego i kwantyzatora równomiernego o 4 poziomach kwantyzacji porównując stosowne ilorazy SNR i SNR_{seg} .

Oceń ten eksperyment poprzez odsłuchanie.

2.) Powtórz eksperyment z fragmentem muzycznym.

3.) Zbadaj koder adaptacyjny z predykcją i bez predykcji. Wybierz liczbę poziomów kwantyzacji =16, ustaw tłumienie sygnału wejściowego =0dB. Odczytaj SNR i SNR_{seg} dla sygnału mowy. 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.

4.) Powtórz eksperyment z sygnałem muzycznym.

Skomentuj otrzymane wyniki.

Literatura:

1. W. Skarbek, MULTIMEDIA. Algorytmy i standardy kompresji, Akademicka Oficyna Wydawnicza PLJ, Warszawa 1998.
2. Adam Drozdek, Wprowadzenie do kompresji danych, Wydawnictwa Naukowo – Techniczne, Warszawa 1999
3. Khalid Sayood, Kompresja danych wprowadzenie, wyd. ReadMe, Warszawa 2002.
4. B. Mrozek, Z. Mrozek, Matlab uniwersalne środowisko do obliczeń naukowo-technicznych. Wprowadzenie do programowania, Wyd. Go, Kraków 1994.