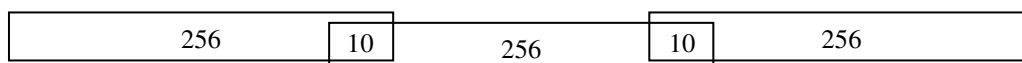


## Projekt – predycyjne kodowanie sygnałów

Przygotować plik typu 'wav' zawierający ok. 20 sekundowy fragment zapisu sygnału mowy (próbki reprezentowane przez 16-bitowe słowa, częstotliwość próbkowania 11025 Hz). Napisać program (nadajnika) kodujący zarejestrowany sygnał przy użyciu odpowiedniego filtra 10 rzędu oraz program (odbiornika) rekonstruujący sygnał na podstawie przesłanych z nadajnika parametrów filtra.

### Procedura nadajnika (program nadajnika)

- a) Podzielić zarejestrowany sygnał na segmenty obejmujące  $N$  próbek każdy ( $N = 256$ ), przy czym sąsiednie segmenty nakładają się (tj. zawierają  $r$  ( $r = 10$ ) tych samych próbek na krańcach)



- b) Sygnał w każdym segmencie zamodelować równaniem autoregresyjnym (AR) rzędu  $r$  ( $r = 10$ )

$$y(k) + a_1 y(k-1) + \dots + a_r y(k-r) = e(k) \quad , \quad k = 1, \dots, N$$

gdzie  $y(k)$  oznacza wartość próbki sygnału,  $a_i$  ( $i = 1, \dots, r$ ) są współczynnikami zastosowanego filtra  $1/A(z^{-1}) = 1/(1 + a_1 z^{-1} + \dots + a_r z^{-r})$ , zaś  $e(k)$  reprezentuje błąd resztowy. Z uwagi na założenie o stabilności filtra  $1/A(z^{-1})$  współczynniki równania AR( $r$ ) zidentyfikować przy użyciu algorytmu Levinsona-Durbina (L-D), a nie klasycznego algorytmu najmniejszych kwadratów. **Procedurę L-D należy napisać i zaimplementować samodzielnie.**

Dane  $\{y(1), \dots, y(N)\}$  w obrębie segmentu należy wcześniej „spłaszczyć” na krańcach. W tym celu wartości próbek należy pomnożyć przez pewne współczynniki wagowe  $w(k)$ , np.

$$w(k) = 0.5 [1 - \cos(\frac{2\pi}{N+1}k)] \quad , \quad k = 1, \dots, N$$

Uformowany w ten sposób segment należy uzupełnić po obydwu stronach ciągami  $r$  zer, uzyskując dane do procedury identyfikacji:  $\{0, \dots, 0, w(1) \cdot y(1), \dots, w(N) \cdot y(N), 0, \dots, 0\}$ .

- c) Wyznaczyć ciąg  $\{e(k)\}$  błędów resztowych:  $e(k) = y(k) + a_1 y(k-1) + \dots + a_r y(k-r)$  dla  $k = 1, \dots, N$ . W obrębie segmentu znaleźć największy (co do wartości bezwzględnej) błąd resztowy ( $e_{\max}$ ), a następnie przeprowadzić równomierną  $m$ -bitową kwantyzację wszystkich błędów w przedziale wartości  $\langle -e_{\max}, e_{\max} \rangle$ .
- d) Współczynniki  $a_i$  ( $i = 1, \dots, r$ ) filtra, wartość  $e_{\max}$  oraz ciąg  $\{\bar{e}(k)\}$  skwantowanych błędów resztowych dla kolejnych segmentów danych zapisać w pliku binarnie. Określić poziom kompresji sygnału w stosunku do oryginalnego pliku WAV.

**UWAGA: Przy zapisie do pliku należy zwrócić uwagę na sposób reprezentacji błędów resztowych, aby zajmowały one właściwą liczbę bitów w pliku!**

### Procedura odbiornika (program odbiornika)

- a) Na podstawie odczytanych z pliku współczynników  $a_i$  ( $i = 1, \dots, r$ ) filtra, wartości  $e_{\max}$  oraz ciągu  $\{\bar{e}(k)\}$  skwantowanych błędów resztowych zrekonstruować sygnał w danym segmencie

$$y(k) = -[a_1 y(k-1) + \dots + a_r y(k-r)] + e(k) \quad , \quad k = 1, \dots, N$$

Jako warunki początkowe  $\{y(0), \dots, y(1-r)\}$  przyjąć  $r$  próbek poprzedniego segmentu.

b) Odtworzony segment danych dopisać do pliku zawierającego zrekonstruowane próbki nadawanego sygnału. Procedurę powtórzyć dla kolejnych danych otrzymywanych z nadajnika.

Napisane programy nadajnika i odbiornika należy uruchomić dla różnych poziomów kwantyzacji błędów resztowych, tj. dla  $m = 2$  (kwantyzacja dwubitowa – 4-poziomy), dla  $m = 3$  (kwantyzacja trzybitowa – 8-poziomów) i dla  $m = 4$  (kwantyzacja czterobitowa – 16-poziomów). Jakość rekonstrukcji należy ocenić odsłuchowo oraz za pomocą edytora plików WAV.

W sprawozdaniu należy podać stopień kompresji plików dla poszczególnych poziomów kwantyzacji.