



## **LABORATORIUM**

# **STRUMIENIOWANIE DANYCH MULTIMEDIALNYCH**

**Instrukcja do ćwiczenia laboratoryjnego:**

## **KODERY TELEKOMUNIKACYJNE**

### **1. Wstęp**

Podczas ćwiczenia studenci zapoznają się z popularnymi kodekami stosowanymi w telekomunikacji:

- PCM (Pulse Code Modulation),
- AMR (Adaptive Multi-Rate audio codec),
- EFR (Enhanced full rate),
- G.723.1,
- G.729,
- iLBC (Internet Low Bit Rate Codec).

Modulacja PCM jest stosowana w telefonii stacjonarnej i nie wykorzystuje dodatkowej kompresji sygnału. Stosunkowo niewielki monofoniczny strumień danych uzyskuje się dzięki niewielkiej szybkości próbkowania (8000 próbek/s) i 8-bitowemu kwantowaniu sygnału.

Kodek AMR jest powszechnie stosowany w telefonii komórkowej GSM i UMTS. Został zoptymalizowany wyłącznie pod kątem kodowania mowy, aby generował jak najmniejszy strumień danych (zazwyczaj od 4,75 kbit/s do 12,20 kbit/s dla GSM). Sygnał jest filtrowany do zakresu częstotliwości 200–3400 Hz i próbkowany z szybkością 8000 próbek/s (13 bitów na próbkę), a następnie dzielony na 160-próbkowe ramki (po 20 ms). AMR wykorzystuje Discontinuous Transmission (DTX) – metodę polegającą na wykrywaniu przerw w mowie, by nie przesyłać szumowej zawartości ramek. Szum jest natomiast generowany w odbiorniku, by zapewnić naturalność odsłuchu. Sama mowa jest kodowana przy pomocy ACELP (Algebraic Code Excited Linear Prediction – wokodera wykorzystującego liniowe filtry predykcyjne).

Nieco lepszą jakość niż AMR oferuje podobnie działający kodek EFR (dla strumienia 12,20 kbit/s jest z nim kompatybilny). Również wykorzystuje ACELP i powstał jako alternatywa dla znacznie gorszego kodera GSM-Full Rate. Od 1995 r. jest standardem dla systemów telefonii komórkowej GSM/DCS.

W telefonii VoIP rozpowszechniły się standardy kodowania G.723.1, G.729 i iLBC. Pierwszy z nich wykorzystuje 30-milisekundowe ramki i 16-bitowe próbki pozyskiwane 8000 razy na sekundę. Skompresowany strumień ma 5,3 lub 6,3 kbit/s. Podobnie jak poprzednie kodery, wykorzystuje ACELP lub MP-MLQ (Multi-Pulse Maximum Likelihood Quantization). Z kolei G.729 występuje w wielu odmianach wykorzystujących ACELP, zwykle działających na 10-milisekundowych ramkach próbkowanych i kwantowanych jak w G.723.1. Omawiany koder

generuje strumień danych z zakresu 6,4–11,8 kbit/s. W wersji B wykorzystuje DTX, analogicznie jak AMR. iLBC jest jednym z koderów wykorzystywanym w programach Skype, Google Talk i Yahoo! Messenger. Wykorzystuje próbkowanie i kwantowanie sygnału analogiczne jak w G.723.1 oraz 20- lub 30-milisekundowe ramki – generowany strumień danych to odpowiednio 15,20 i 13,33 kbit/s.

W trakcie ćwiczenia studenci wykorzystają specjalne programy przekodowujące pliki dźwiękowe przy wykorzystaniu ww. koderów. Programy te muszą być uruchomione z linii komend, wczytują pliki w formacie *wav* (jedynie monofoniczne, 16-bitowe) i generują pliki o takiej samej nazwie wydłużonej o cyfrę „1”.



Jeden z programów wykorzystywanych w ćwiczeniu

Do obliczenia stosunków sygnału do szumu (SNR) dla kodowanych plików zostanie wykorzystane środowisko programistyczne Matlab.

## 2. Przebieg ćwiczenia

1. Wykorzystując środowisko programistyczne Matlab uzupełnij poniższy skrypt do obliczania średniej wartości różnicy pomiędzy próbkami sygnału oryginalnego i przetwarzanego (oba sygnały muszą zostać znormalizowane i być tej samej długości). Wprowadzone zmiany zamieść w sprawozdaniu. Wykorzystaj funkcję *wavread*. (1 pkt)

```
8 bezwzgl1=abs(plik1); % wartosci bezwzgleadne probek sygnalow,
9 bezwzgl2=abs(plik2); % by znac ich srednia wartosc
10
11 sredni1=mean(bezwzgl1(1:rozmiar)); % srednie wartosci probek tych sygnalow
12 sredni2=mean(bezwzgl2(1:rozmiar));
13
14 mnoznik=sredni2/sredni1; % normaliz. sygnalu pierwszego, by jego
15 for a=1:rozmiar % srednie wart. probek byly takie same
16     bezwzgl1(a)=bezwzgl1(a)*mnoznik;
17 end
18
19 roznica=0; % suma roznic probek po normalizacji
```

2. Przygotuj tabelę o następujących kolumnach: l.p.; nazwa kodera; nazwa kodowanego pliku; iteracja kodowania; wyznaczona różnica; subiektywna jakość w skali 1–5. Wypełniaj ją realizując kolejne punkty ćwiczenia. (0,5 pkt)

3. Uruchom program *amr.exe* służący do kodowania w standardzie AMR. Do prawidłowego działania wymaga on pliku *allmodes.txt* i pliku tekstowego *nazwy\_plikow.txt* zawierającego wypisane w kolejnych wierszach nazwy kodowanych plików. Upewnij się, że są tam wpisane pliki *behelit.wav*, *nadzieja.wav* i *sinus.wav*. Pliki wynikowe będą miały takie same nazwy jak

- pierwotne, powiększone o cyfrę 1. Uwaga: każde uruchomienie programu nadpisuje pliki wynikowe. (1 pkt)
- a) Uzupełnij przygotowaną w pkt. 2 tabelę przy użyciu stworzonego wcześniej skryptu w Matlabie.
  - b) Powtórz kodowanie używając jako plików wejściowych uzyskanych wcześniej plików wyjściowych (druga iteracja kodowania). Przy obliczaniu różnic wykorzystuj pliki pierwotne i uzyskane w tym podpunkcie.
  - c) Wykonaj jeszcze dwie iteracje kodowania, analogicznie jak powyżej. Wyniki zanotuj tylko dla ostatniej.
4. Powtórz pkt 3 dla kodera EFR (program *efr\_coder.exe*). Uwaga: program do prawidłowego działania wymaga jedynie pliku tekstowego *nazwy\_plikow.txt*. (1 pkt)
  5. Powtórz pkt 3 dla kodera G.729 (program *g729.exe*). Uwaga: program do prawidłowego działania wymaga jedynie pliku tekstowego *nazwy\_plikow.txt*. (1 pkt)
  6. Powtórz pkt 3 dla kodera G.723.1 (program *g723.1.exe*). Uwaga: program do prawidłowego działania wymaga jedynie pliku tekstowego *nazwy\_plikow.txt*. (1 pkt)
  7. Powtórz pkt 3 dla kodera iLBC (program *iLBC.exe*). Program należy uruchomić z wpisanym po spacji parametrem 20 lub 30, oznaczającym długości ramek wyrażone w milisekundach. Przetestuj działanie tego programu dla obu parametrów. Uwaga: program do prawidłowego działania wymaga jedynie pliku tekstowego *nazwy\_plikow.txt*. (2 pkt)
  8. Przeanalizuj uzyskaną tabelę. Który z kodeków Twoim zdaniem daje najlepsze rezultaty? Czy każdy z tych kodeków równie dobrze nadaje się zarówno do kodowania mowy, muzyki jak i sygnału sinusoidalnego? Czy i jak kolejne iteracje kodowania wpływają na dalsze pogarszanie jakości? Które z tych kodeków są Twoim zdaniem wystarczające na potrzeby kodowania sygnału mowy, a które nie? (1,5 pkt)

### 3. Sprawozdanie

W sprawozdaniu należy zamieścić:

- odpowiedzi na pytania postawione w ćwiczeniu oraz przez prowadzącego,
- kody napisanych programów,
- wnioski z realizacji ćwiczenia (1 pkt).