**Relatório do Projeto MATLAB**

**Meta 1**

**Gonçalo Silva – 2023215512**

**Francisco Santos - 2023215501**

**Análise e Extração de Características Temporais para Diferenciação de Dígitos**

**1. Introdução**

O objetivo deste projeto foi desenvolver um script em MATLAB para ler e processar sinais de áudio contendo gravações de dígitos. Através da extração de metadados dos nomes dos arquivos e do pré-processamento dos sinais (remoção de silêncio, normalização e ajuste de duração), o código permite a visualização e análise dos sinais. Em especial, o exercício 6 solicita a comparação dos gráficos obtidos nos pontos 3 e 5, de forma a identificar, visualmente, características temporais que permitam diferenciar os dígitos.

**2. Descrição do Código e Metodologia**

O código foi estruturado em vários blocos, cada um responsável por etapas específicas do processamento:

**2.1 Leitura e Organização dos Dados (Ponto 1 e 2)**

* **Ponto 1:**
  + É criada uma tabela a partir da lista de ficheiros presentes na pasta (data/36).
  + Os nomes dos ficheiros são separados (utilizando o underline como delimitador) para extrair três componentes: dígito, participante e repetição.
  + Uma nova tabela é construída com as informações extraídas, garantindo que cada ficheiro seja identificado corretamente.
* **Ponto 2:**
  + São lidos os ficheiros de áudio (.wav) e, para cada um, é efetuada a leitura do sinal e a extração da taxa de amostragem.
  + Os dados (nomes, taxas de amostragem e sinais) são armazenados em outra tabela.

**2.2 Extração de Metadados e Visualização Inicial (Ponto 3)**

* **Ponto 3:**
  + Novamente, a partir dos nomes dos ficheiros, são extraídos os dígitos e as repetições.
  + É efetuado um filtro para selecionar apenas os ficheiros correspondentes à repetição desejada (neste caso, a repetição 5).
  + Para cada dígito único presente nessa repetição, é criado um subplot onde se plota o sinal de áudio (com eixo temporal calculado com base na taxa de amostragem).
  + **Objetivo:** Visualizar os sinais brutos para identificar, inicialmente, possíveis diferenças entre os dígitos.

**2.3 Pré-processamento e Nova Visualização (Ponto 4 e 5)**

* **Ponto 4:**
  + Aplica-se um pré-processamento aos sinais:
    - Remoção do silêncio inicial (com base num limiar definido).
    - Normalização da amplitude para o intervalo [−1,1][−1,1].
    - Ajuste da duração do sinal para 0,8 segundos (se o sinal for muito curto, é feito padding com zeros; se for muito longo, é truncado).
* **Ponto 5:**
  + Novamente, são extraídos os metadados (dígito e repetição) dos nomes dos ficheiros.
  + É feito o mesmo filtro pela repetição 5 e, para cada dígito, é plotado o sinal já pré-processado.
  + **Objetivo:** Obter gráficos mais “limpos” e normalizados, facilitando a comparação visual entre os sinais dos diferentes dígitos.

**2.4 Extração de Características Temporais e Visualização Adicional (Ponto 7 e 8)**

* **Ponto 7:**
  + São calculadas várias características temporais dos sinais, como:
    - Energia total, energia da primeira e segunda metades, desvio padrão da amplitude, RMS, média da amplitude, fator crest e taxa de cruzamento por zero.
  + Essas características são organizadas numa tabela final que consolida as informações dos ficheiros.
* **Ponto 8:**
  + São gerados três tipos de gráficos:
    - Um **boxplot** da energia total por dígito.
    - Um **scatter 2D** relacionando energia total e dígito.
    - Um **scatter 3D** que utiliza três características (energia total, Crest Factor e taxa de cruzamento por zero), com cores distintas para cada dígito.
  + Estes gráficos complementam a análise visual, evidenciando diferenças estatísticas entre os dígitos.

**3. Comparação dos Gráficos dos Pontos 3 e 5 (Exercício 6)**

Para responder ao exercício 6, foram comparados os gráficos obtidos nos pontos 3 e 5:

* **Gráficos do Ponto 3:**
  + Apresentam os sinais de áudio extraídos diretamente dos ficheiros, com menos intervenção no pré-processamento.
  + Observa-se que os sinais podem apresentar variações de amplitude, presença de silêncio ou ruído de fundo, o que pode dificultar a visualização clara de algumas características temporais.
* **Gráficos do Ponto 5:**
  + Os sinais foram previamente processados (remoção de silêncio, normalização e ajuste da duração), o que resulta em gráficos com amplitude padronizada e duração uniforme.
  + Com estes ajustes, torna-se mais fácil comparar visualmente os contornos dos sinais dos diferentes dígitos.

**Possíveis Características Temporais Identificadas:**  
A partir da análise visual dos gráficos, podemos identificar as seguintes características que podem auxiliar na diferenciação entre os dígitos:

* **Dinâmica da Amplitude:** Alguns dígitos apresentam picos mais pronunciados ou uma envelope de amplitude distinta.
* **Duração dos Picos e Variação Temporal:** Apesar de todos terem sido ajustados para a mesma duração, a distribuição da energia ao longo do tempo (por exemplo, concentração da energia no início ou final do sinal) pode variar entre dígitos.
* **Forma de Onda:** A forma geral do sinal (suavidade, presença de oscilações rápidas ou lentas) pode indicar diferenças na articulação do som entre dígitos.
* **Taxa de Cruzamento por Zero:** Embora não seja visualmente explícita nos gráficos dos sinais, essa característica, quando extraída numericamente, mostra a frequência com que o sinal muda de sinal (positivo/negativo) e pode diferir entre dígitos.

A comparação mostra que o pré-processamento aplicado no Segmento 5 favorece uma análise mais robusta, minimizando variabilidades indesejadas (como o silêncio ou diferenças de amplitude) e realçando os traços temporais que podem ser característicos de cada dígito.