

Universidade Federal de Campina Grande
Centro de Engenharia Elétrica e Informática
Unidade Acadêmica de Engenharia Elétrica

Processamento Digital de Sinais
Professor: Edmar Candeia Gurjão

Projeto de Identificação de Voz Masculina e feminina

Data:01/10/2024

Aluno: Rogério Moreira Almeida

Introdução

O reconhecimento e processamento de sinais de áudio têm se tornado uma área de grande interesse em diversas aplicações tecnológicas, desde assistentes virtuais até sistemas de automação doméstica. O presente projeto tem como objetivo identificar o gênero de uma voz gravada (masculina ou feminina) com base na análise de frequência do áudio. O processamento do sinal é feito em Python, e a saída do sistema é exibida através de LEDs conectados a um Arduino, que indicam a classificação do gênero. Este projeto combina técnicas de processamento digital de sinais, comunicação com microcontroladores e eletrônica básica, demonstrando uma abordagem prática para a identificação de voz em diferentes contextos.

Motivação

A identificação de gênero a partir da voz pode ser útil em uma variedade de situações, desde a personalização de serviços com base no perfil do usuário até a automação de sistemas de controle de acesso por voz. A motivação principal deste projeto foi criar um sistema acessível que pudesse realizar essa identificação de maneira eficiente, integrando o processamento de sinais com a interface de hardware simples, como o uso de LEDs e Arduino. Outro fator motivador foi a oportunidade de explorar conceitos de processamento digital de sinais (PDS) aplicados em dispositivos de baixo custo e familiarização com técnicas de comunicação entre computadores e microcontroladores.

Objetivo

O objetivo deste projeto é desenvolver um sistema de identificação de gênero vocal (masculino ou feminino) a partir de amostras de áudio gravadas. O sistema processa as frequências do áudio utilizando a Transformada Rápida de Fourier (FFT) para identificar a frequência dominante e determinar o gênero baseado em intervalos de frequências pré-definidos.

Metodologia

Materiais Utilizados

- **Notebook:** Usado para programar e rodar o código em Python para processar o áudio.
- **Arduino:** Responsável pela comunicação e controle dos LEDs com base na identificação do gênero.
- **LEDs (Azul, Vermelho, Verde):** Indicadores para sinalizar se a voz é masculina, feminina ou indefinida.
- **Fios:** Para realizar as conexões entre os componentes.
- **Resistores de 200 Ohms:** Utilizados para limitar a corrente nos LEDs.
- **Bateria:** Para alimentar o Arduino e LEDs.
- **Python:** A linguagem de programação usada para o processamento de sinais e controle do sistema.

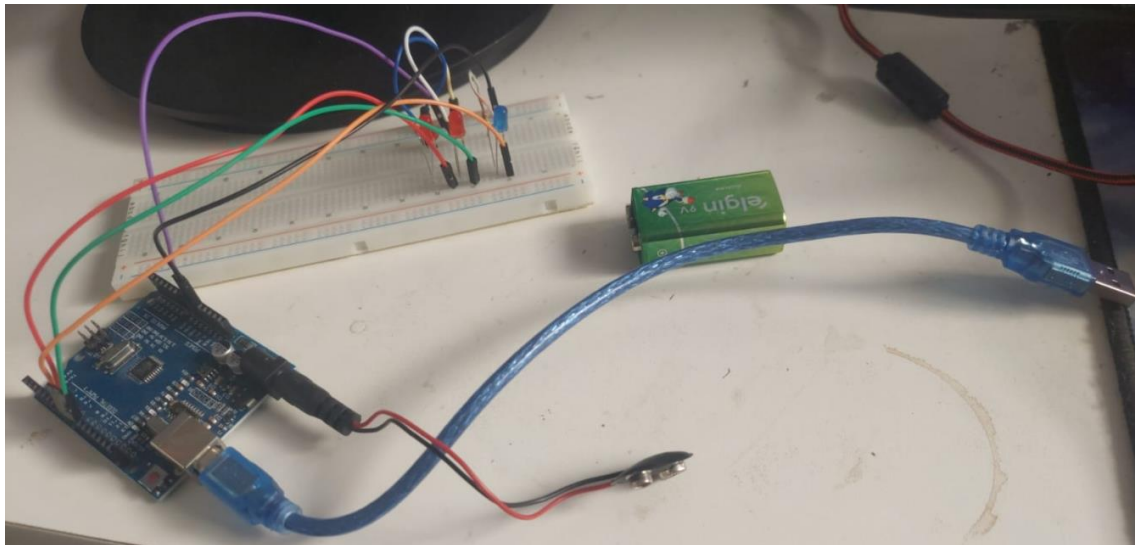


Figura1: Arduino, plataforma e demais matérias utilizados.

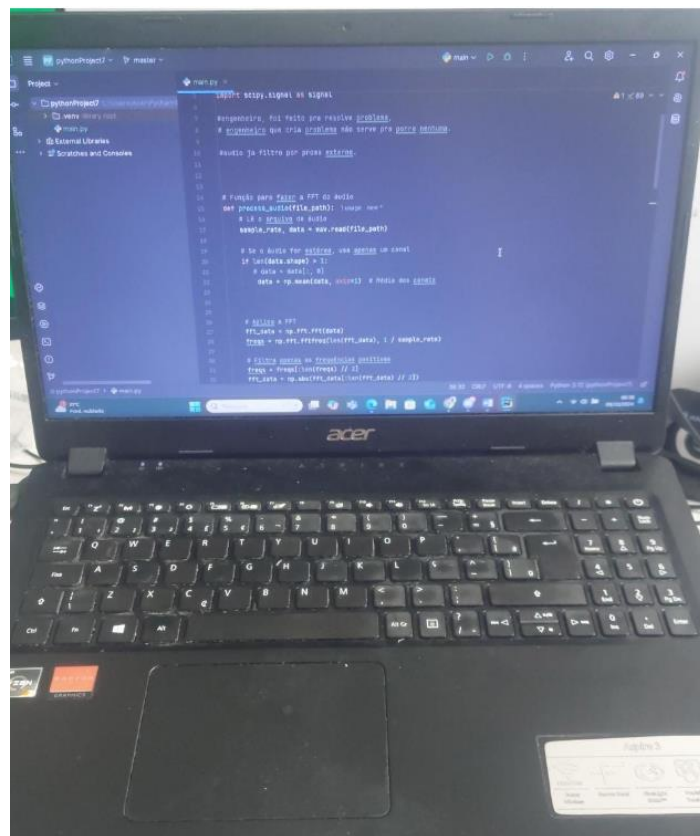


Figura2: Notebook utilizado para implementação

Processo de Implementação

a. Aquisição do Áudio

O áudio foi obtido previamente e equalizado para eliminar frequências acima de 600 Hz, garantindo que o foco do processamento fosse nas frequências de voz humanas.

b. Processamento do Sinal

O sinal de áudio é lido utilizando a biblioteca `scipy.io.wavfile`, e a FFT é aplicada para transformar o áudio do domínio do tempo para o domínio da frequência. Em seguida, as frequências superiores a 300 Hz foram filtradas utilizando um filtro passa-baixa de Butterworth para focar nas faixas de interesse de voz masculina e feminina.

c. Identificação do Gênero

Com a frequência dominante extraída do áudio filtrado, a identificação do gênero é feita com base nos intervalos:

- **Voz Masculina:** 85 Hz a 180 Hz
- **Voz Feminina:** 181 Hz a 300 Hz
- **Indefinido:** Frequências fora dessas faixas

d. Controle dos LEDs

Dependendo do gênero identificado, o sistema envia um sinal serial para o Arduino, que aciona o LED apropriado:

- **LED Azul:** Voz masculina
- **LED Vermelho:** Voz feminina
- **LED Verde:** Gênero indefinido.

Resultados Obtidos

O sistema foi capaz de identificar corretamente a frequência dominante e acionar os LEDs de forma adequada para as amostras de áudio testadas. O filtro passa-baixa ajudou a melhorar a precisão da identificação ao eliminar frequências de ruído mais altas.

Possíveis Aplicações

1. **Assistentes Virtuais Personalizados:** O sistema pode ser utilizado para personalizar a resposta de assistentes virtuais, ajustando suas interações com base no reconhecimento de gênero.
2. **Sistemas de Atendimento Automatizado:** Em centrais de atendimento ao cliente, a identificação de gênero pode ser usada para adaptar a voz dos agentes virtuais ao perfil do cliente, tornando a interação mais natural.
3. **Controle de Acessos:** A identificação de voz pode ser aplicada em sistemas de controle de acesso, onde a validação por frequência de voz e reconhecimento de gênero serve como uma camada adicional de segurança.
4. **Sistemas de Monitoramento de Segurança:** Em sistemas de vigilância por áudio, a identificação de voz poderia ajudar a filtrar falas humanas e

caracterizar padrões de voz em cenários de monitoramento, facilitando a detecção de eventos importantes.

5. **Dispositivos de Automação Residencial:** O projeto pode ser integrado a sistemas de automação doméstica, permitindo que dispositivos respondam de maneira diferenciada a comandos de voz de acordo com o gênero da pessoa que está falando.

Possíveis Melhorias

1. **Uso de ESP32 para Comunicação Sem Fio:** Uma melhoria significativa seria substituir o Arduino por um ESP32. Esse microcontrolador permite comunicação sem fio (Wi-Fi ou Bluetooth), eliminando a necessidade de conexão física por cabo serial. Isso abriria a possibilidade de monitoramento e controle remoto do sistema.
2. **Captação de Áudio em Tempo Real:** Uma melhoria importante seria implementar a captação de áudio em tempo real, utilizando um microfone conectado diretamente ao sistema. Isso permitiria a análise contínua e dinâmica do áudio, em vez de processar apenas arquivos gravados.
3. **Melhoria no Filtro:** O filtro utilizado pode ser aprimorado para adaptar melhor às características específicas de voz e eliminar possíveis interferências que ainda estejam no sinal.
4. **Otimização de Hardware:** Utilizar uma placa mais robusta como o ESP32 ou outro microcontrolador com maior poder de processamento poderia permitir realizar a FFT diretamente no hardware, tornando o sistema mais eficiente.

Conclusão

O projeto de identificação de áudio com base na frequência dominante foi implementado com sucesso utilizando um Arduino, LEDs e processamento de sinais em Python. A principal funcionalidade de identificar o gênero a partir de uma gravação de áudio foi alcançada, e melhorias futuras poderiam ser implementadas para ampliar as capacidades do sistema, como comunicação sem fio e processamento em tempo real.

Referência

Oppenheim, A. V., & Schafer, R. W. (2010). Processamento em Tempo Discreto de Sinais (3ª ed.). Pearson.

Anexo:

<https://github.com/rogeriomoral/PDS>